

**SOCIAAL-ECONOMISCHE STURING VAN PRODUCT- EN  
MATERIAALKETENS**  
**Verslag van een workshop**

F. den Hond (redactie)

---

**SOCIAAL-ECONOMISCHE STURING VAN PRODUCT- EN  
MATERIAALKETENS**

**Verslag van een workshop**

**R-97/04**

F. den Hond (redactie)

*vrije* Universiteit      *amsterdam*



**SOCIAAL-ECONOMISCHE STURING VAN PRODUCT- EN  
MATERIAALKETENS**

**Verslag van een workshop**

F. den Hond (redactie)

Instituut voor Milieuvraagstukken

---

Vakgroep Algemene Vorming

Maart 1997

**IVM  
Instituut voor Milieuvraagstukken  
Vrije Universiteit  
De Boelelaan 1115  
1081 HV AMSTERDAM  
Tel. 020-444 9555  
Fax 020-444 9535  
E-mail: secr@ivm.vu.nl**

**In samenwerking met:**

**Centrum Algemene Vorming  
Vrije Universiteit  
De Boelelaan 1081  
1081 HV AMSTERDAM  
Tel. 020 444 7975  
Fax 020-444 7988**

**Deze publikatie kan besteld worden bij:**

**V.U. Boekhandel/Uitgeverij  
De Boelelaan 1105  
1081 HV AMSTERDAM  
Tel. 020-444 9410  
Fax 020-646 2719**

**ISBN 90-5383-542-3**

**Copyright © 1997, Instituut voor Milieuvraagstukken**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

## INHOUD

	<b>pag.</b>
<b>VOORWOORD</b>	
<b>SOCIAAL-ECONOMISCHE STURING VAN STOF-, MATERIAAL- EN PRODUCTSTROMEN</b> - Frank den Hond	1
<b>DE RELATIE TUSSEN STOF-MATERIAAL-PRODUCTSTROOM- ONDERZOEK EN BESLUITVORMING</b> - Peter Groenewegen	17
1. Inleiding	
2. Korte schets van denken over stof-materiaal-productstromen	17
3. Gebruik van SMP methoden	19
3.1. Bruikbaarheid van SMP modellen voor toetsing van besluitvormingsveronderstellingen	19
3.2. Feitelijk gebruik van SMP methoden in bedrijven	19
3.3. Gebruik van ketenbegrippen in besluitvorming	20
3.4. Samenwerking is een van de hoekstenen van de ketenbeheergedachte	21
4. SMP onderzoek voor ecologische vernieuwing van de industrie	21
4.1. Aansluiting bij besluitvorming in bedrijven	22
4.2. De rol van technologie	22
4.3. De consequenties van systeemheuristieken voor technologische vernieuwing als gevolg van sociale en economische processen	22
5. Conclusies	23
Literatuur	23
<b>ERVARINGEN VAN HET NWO-METALENPROGRAMMA MET SOCIAAL-ECONOMISCHE STURING VAN PRODUCT- EN MATERIAALSTROMEN</b> - Jeroen Guinée en Patricia Kandelaars	25
1. Inleiding	25
2. Doelstelling	26
3. Probleemanalyse	27
4. Maatregelen formuleren	29
5. Effectvoorspelling en -evaluatie	29
6. Samenvatting: stand van zaken	32

7. Algemene conclusie met betrekking tot sociaal-economische modellering in het metalenprogramma	33
Lliteratuur	34

<b>ANALYSE VAN ENERGIESTROMEN EN ENERGIE-EFFICIENCY- VERBETERING - Kornelis Blok en Jeroen de Beer</b>	37
1. Inleiding	37
2. Het energievoorzieningssysteem	37
3. Onderzoek naar energiebesparing: het ICARUS-Project	39
4. Energiebesparing op de lange termijn	42
5. Conclusies	44
Literatuur	44

<b>MILIEU-INFORMATIESYSTEMEN VOOR BEDRIJVEN IN PRODUCT- KETENS - M.H. Jansen en A.J.D. Lambert</b>	47
1. Introductie	47
2. Vraag naar milieu-informatie	48
2.1. Milieu-informatie	48
2.2. Bedrijfsinterne milieuzorgsystemen	48
2.3. Bedrijfsinterne milieu-informatiesystemen	49
3. Basisoplossing	50
3.1. Procesmodellering	50
3.2. Voordelen: hergebruik van logistieke concepten	51
3.3. Knelpunten	53
4. Milieu-informatie architectuur	54
5. Conclusies en verder onderzoek	54
Dank	55
Literatuur	55

<b>ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ACCOUNTING: EEN BRUIKBAAR INSTRUMENT VOOR KETENBEHEER - J.J. Bouma</b>	57
1. Inleiding	57
2. Aanpassingen in het traditionele management accounting	57
3. Enkele onderzoeksresultaten	59
3.1. Management accounting	59
3.2. Investeringsselectie	61
3.3. Boekhouding	62
3.4. Kostprijscalculatie	62
4. Conclusies	64
Literatuur	65

<b>VAARDIGHEDEN EN SAMENWERKING TUSSEN BEDRIJVEN VOOR HET OPLOSSEN VAN KETENPROBLEMEN - Frank den Hond</b>	67
1. Integraal ketenbeheer	67
2. De resource-based view of the firm	68
3. Innovatietheorie	69
4. Samenwerking	70
5. Discussie	71
Literatuur	73
<b>SOCIAL ORGANIZATION OF CROP PROTECTION TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE FOOD PRODUCTION CHAINS - Esther Reijnen, Tessa Goverse, Peter Groenewegen</b>	75
1. Introduction	75
2. Dutch pesticide policy	76
3. A case study on the potato sector	78
4. Discussion	81
References	83
<b>INSTITUTIES EN STRUCTUUR VAN DE AFVALSECTOR IN RELATIE TOT HET EINDVERBRUIK - Maarten Wolsink en Paulien de Jong</b>	85
1. Inleiding	85
2. Het afvalbeleidsprobleem	86
3. De Nederlandse afvalsector	87
4. Buitenlandse case-studies	90
5. Productverantwoordelijkheid: DSD	90
Literatuur	92
<b>VERANDERENDE INSTITUTIES OP WEG NAAR DUURZAME PRODUCTIE EN CONSUMPTIE - W. Biesiot en H.C. Moll</b>	93
1. Inleiding	93
2. Het Actor-Fase model	94
3. HOMES	95
4. Greenhouse	98
5. SCAN	99
6. Conclusies	102
Literatuur	103
<b>BIJLAGE 1 - Programma</b>	105
<b>BIJLAGE 2- Lijst met deelnemers</b>	107

## VOORWOORD

Op 24 oktober 1996 is aan de Vrije Universiteit te Amsterdam de workshop “Sociaal-Economische Sturing van Product- en Materiaalstromen” gehouden. De aanleiding om deze workshop te organiseren was een themanummer van *Milieu tijdschrift voor Milieukunde* over milieugericht integraal ketenbeheer (Vol.11, No.3, 1996). Er is veel werk verzet aan de ontwikkeling van methodologieën om stof- en materiaalstromen in kaart te brengen, evenals aan het beschrijven van de milieubelasting van producten met behulp van LCA. Tevens zijn er enkele pogingen gedaan om stof-, materiaal- en productstromen economisch te modelleren. Het lijkt er echter op dat er nog maar weinig zicht is op mogelijkheden tot sturing of beheersing van stof-, materiaal- en productstromen. De werkhypothese voor de workshop was dat een beter inzicht in de sociaal-economische relaties tussen actoren in de keten kan leiden tot een beter begrip van de (on)mogelijkheden tot sturing van stof-, materiaal- en productstromen. Tijdens de workshop is gepoogd een overzicht te krijgen van de benaderingen in deze die momenteel door verschillende (universitaire) onderzoeksinstituten ontwikkeld worden. Deze benaderingen zijn geïnventariseerd en tijdens de discussies met elkaar vergeleken. Het doel van de workshop was conclusies te trekken over de integratie van sociale en economische aspecten in de besluitvorming over het beheren van stof-, materiaal- en productstromen. Tevens zijn er vragen voor verder onderzoek geformuleerd.

De workshop is georganiseerd door het Instituut voor Milieuvraagstukken en de Vakgroep Algemene Vorming van de Vrije Universiteit, en mede mogelijk gemaakt door de Onderzoeksschool Milieuwetenschappen SENSE. Namens de organisatoren van de workshop wil ik de volgende personen bedanken voor hun bijdrage. Wim Hafkamp en Peter Groenewegen voor hun provocerende algemene inleidingen; zij zetten de toon voor een vruchtbare discussie. Gjalt Huppes, Eric-Jan Tuininga, Egbert Tellegen en Harmen Verbruggen die optraden als discussieleiders en ervoor gezorgd hebben dat er conclusies zijn getrokken. De presentatoren en de deelnemers, omdat zij voor discussie gezorgd hebben. Patricia Kandelaars en Esther Reijnen voor hun oplettendheid tijdens de parallelle sessies; dankzij hen kon ook de discussie in de sessies over respectievelijk “modellen en instrumenten” en “rol van instituties” in dit verslag worden opgenomen. Tot slot ben ik Dita Smit dank verschuldigd voor haar grote hulp bij het redigeren van de tekst van dit verslag.

Frank den Hond

Amsterdam, maart 1997





## **ADRESSENLIJST AUTEURS**

De Beer, J. Rijks Universiteit Utrecht, Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, Padualaan 14, 3584 CH Utrecht

Biesiot, W. Rijksuniversiteit Groningen, Interfacultaire Vakgroep Energie & Milieukunde, Postbus 72, 9700 AB Groningen

Blok, K. Rijks Universiteit Utrecht, Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, Padualaan 14, 3584 CH Utrecht

Bouma, J.J. Erasmus Studiecentrum voor Milieukunde, Erasmus Universiteit Rotterdam, Postbus 1738, 3000 DR Rotterdam

Goverse, Drs T. Vrije Universiteit, Vakgroep Algemene Vorming, De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam

Groenewegen, P. Vrije Universiteit, Vakgroep Algemene Vorming, De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam

Guinée, J. B. Rijksuniversiteit Leiden, Centrum voor Milieukunde Leiden, Postbus 9518, 2300 RA Leiden

Hond, F. den, Vrije Universiteit, Instituut voor Milieuvraagstukken, De Boelelaan 1115, 1081 HV Amsterdam

Jansen, M.H. Technische Universiteit Eindhoven, Technische Bedrijfskunde, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven

Jong, P. de, Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Universiteit van Amsterdam, Nieuwe Prinsengracht 130, 1018 VZ Amsterdam

Kandelaars, P.P.A.A.H. Vrije Universiteit, Vakgroep Ruimtelijke Economie, De Boelelaan 1105, 1081 HV Amsterdam

Lambert, A.J.D. Technische Universiteit Eindhoven, Technische Bedrijfskunde, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven

Moll, H.C. Rijksuniversiteit Groningen, Interfacultaire Vakgroep Energie & Milieukunde, Postbus 72, 9700 AB Groningen

Reijnen, M. Vrije Universiteit, Vakgroep Algemene Vorming, De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam

Wolsink, M. Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Universiteit van Amsterdam, Nieuwe Prinsengracht 130, 1018 VZ Amsterdam

## **SOCIAAL-ECONOMISCHE STURING VAN STOF-, MATERIAAL- EN PRODUCTSTROMEN**

Frank den Hond

Integraal ketenbeheer (IKB) beoogt het beheren van stof-, materiaal- en productstromen en van het energieverbruik in de samenleving. Voor het verminderen van milieubelasting is het van belang om fysieke stromen door de economie te beschrijven en te begrijpen. Bij IKB staat de 'keten'-metafoor centraal, dat wil zeggen dat fysieke stromen van stoffen, materialen, producten en energie door de economie heen gevolgd kunnen worden, en dat zij op discrete plaatsen in de keten en op discrete momenten in de tijd, transformaties ondergaan. In veel gevallen hebben dergelijke transformaties directe implicaties voor het economisch systeem. Omgekeerd zou men kunnen zeggen dat veel economische activiteiten juist bestaan uit het creëren van toegevoegde waarde door stoffen, materialen, producten en energie te transformeren. 'Beheer' van de keten is om drie redenen van belang: (1) zicht op de keten als geheel is nodig om afwenteling van milieuproblemen te kunnen onderkennen, (2) het biedt mogelijkheden tot preventie van milieubelasting, en (3) het geeft zicht op indirecte sturing van actoren in de keten.

De 'keten'-metafoor maakt echter ook duidelijk dat dergelijke stromen in belangrijke mate worden gedragen door tal van maatschappelijke actoren, zoals ondernemingen, consumenten en overheden. Inzicht in de sociale en economische belangen van, en relaties tussen deze actoren is dan ook van groot belang om de mogelijkheden voor integraal ketenbeheer te verkennen en te benutten. Aan dergelijke vragen is nog relatief weinig aandacht geschonken.

Tijdens de workshop "Sociaal-Economische Sturing van Product- en Materiaalstromen", gehouden op 24 oktober 1996 aan de Vrije Universiteit te Amsterdam, zijn mogelijke benaderingen in deze geïnventariseerd en met elkaar vergeleken. Het doel van de workshop was conclusies te trekken over de integratie van sociale en economische aspecten in de besluitvorming over het beheren van stof-, materiaal- en productstromen. Tevens zijn er vragen voor verder onderzoek geformuleerd.

In parallelle sessies zijn drie thema's besproken:

1. modellen en instrumenten voor maatschappelijke besluitvorming over stof-, materiaal- en productstromen,
2. de organisatie van aan IKB-gerelateerde ondernemingsactiviteiten, en
3. institutionele belangen in stof-, materiaal- en productstromen.

De conclusies van de discussie in de parallelle sessies zijn plenair gepresenteerd, en vervolgens hebben de aanwezigen onder leiding van prof.dr. H. Verbruggen gesproken over

vragen als: Wat weten we nu ten aanzien van de sturing van stof-, materiaal- en productstromen? Wat weten we nog niet? Welk onderzoek moet gedaan worden om de kennis hieromtrent te vergroten en eventueel toepasbaar te maken voor beleid?

Het voorliggende verslag volgt de structuur van de workshop. In de laatste paragraaf worden aanbevelingen voor verder onderzoek geformuleerd, waarbij tevens gebruik wordt gemaakt van enkele andere recente aanzetten tot het formuleren van een onderzoeksagenda.

==== \*\* ====

***Sessie A: Modellen en Instrumenten ten behoeve van Maatschappelijke Besluitvorming omtrent Stof-, Materiaal- en Productstromen***

Discussie o.l.v. dr. G. Huppel, verslag drs. P. Kandelaars

In deze sessie is geprobeerd een overzicht te krijgen van de modellen die momenteel beschikbaar zijn en ontwikkeld worden om stof-, materiaal- en productstromen te beschrijven. Tevens is de vraag gesteld in hoeverre deze modellen bruikbaar zijn om ketens aan te sturen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen ‘micro’- en ‘macro’-benaderingen om modellen te ontwikkelen (zie bijdrage Biesiot en Moll in deze bundel). Een microbenadering gaat uit van de beschrijving van een bepaalde stof-, materiaal- of productstroom, waarna gedragsvariabelen in het model geïntroduceerd kunnen worden (*bottom up*). Een macrobenadering gaat daarentegen uit van een maatschappelijke doelstelling waarvan de gevolgen voor (groepen) actoren op lagere aggregatieniveaus aangegeven kunnen worden (*top down*). Het blijkt dat de modellen die Guinée, Blok en Van Ierland presenteerden grotendeels een microbenadering kennen.

Guinée presenteerde de ervaringen van het metalenprogramma van NWO. In dit programma is een fysiek informatiesysteem, FLUX, ontwikkeld, waarmee de stromen en accumulaties van zware metalen in de Nederlandse economie beschreven worden. FLUX is een model op macro-niveau. Hierin kunnen geen gedragsvariabelen, noch economische variabelen gemodelleerd worden. Dat kan wel in de modellering van materiaal-productketens. Materiaal-productketens beschouwen een relevant deel van de totale materiaal- en productstromen, maar niet alle gerelateerde stromen. Daarmee zijn het modellen op micro-niveau. Op basis van materiaal-productketens zijn een statisch optimalisatiemodel, een dynamische simulatiemodel en een algemeen evenwichtsmodel geanalyseerd. Deze modellen kijken zowel naar fysieke als gedragsvariabelen. De case studies ‘landbouw’ en ‘woningbouw’ hebben de metaalstromen, accumulaties en voorraden in kaart gebracht, waarmee fysieke en technologische scenario’s doorgerekend kunnen worden.

Het blijkt, volgens Guinée, niet mogelijk in stofstroommodellen op macro-niveau tegelijkertijd fysieke relaties en gedragsrelaties op een onderling consistente wijze te modelleren. De reden daarvoor is dat economische modellen voor het beschrijven van gedrag van actoren gebruik maken van monetaire eenheden. De stoffen in het model komen echter in

verschillende samenstellingen en graden van zuiverheid voor in materialen en producten, waardoor zij verschillende economische waarden vertegenwoordigen. Alleen in die situaties waarin de zuivere stof het verhandelde product is, is er een directe relatie tussen de fysieke en de economische beschrijving. Bij materiaal-productketens kan een dergelijke relatie wel worden gelegd omdat hier een bepaalde geleverde dienst centraal staat. Een dienst kan veelal met verschillende producten geleverd worden, waardoor enerzijds economische begrippen als vraag, preferenties en prijzen gebruikt kunnen worden, en anderzijds de materiaal-samenstelling van de verschillende diensten geanalyseerd kan worden. Dit gaat echter ten koste van de omvattendheid van het fysieke systeem dat geanalyseerd wordt.

Blok presenteerde ICARUS, een databank met 400 energiebesparingstechnologieën. Hierbij zijn fysieke en economische gegevens gecombineerd (micro-niveau). In ICARUS is de gehele energieketen in kaart gebracht en er is veel statistische informatie beschikbaar, tot en met het niveau van de eindgebruikers. Op de korte termijn kan ICARUS gebruikt worden voor het bekijken van energie efficiency verbeteringen en op de lange termijn voor veranderingen in bijvoorbeeld het energiewinningssysteem.

Er zijn twee belangrijke conclusies in het verhaal van Blok. Ten eerste is er de constatering dat ICARUS blijkt te functioneren als een ‘interface’ naar verdere scenario-achtige studies, maar ook als inspiratiebron voor energiebesparingsmogelijkheden ten behoeve van gebruikers van energietechnologie. Ten tweede wijst Blok op het belang van ‘technologie-karakterisering’. Het gaat daarbij om bijvoorbeeld een onderscheid naar energiebesparings-opties die in bestaande processen kunnen worden doorgevoerd en opties bij de nieuwbouw en vervanging van processen. Een ander onderscheid is naar incrementele, grote en radicale innovaties. De gebruikswaarde van de verschillende opties wordt vergroot door kentallen voor het energiebesparingspotentieel, de verwachte kosten en opbrengsten, en het stadium van ontwikkeling van de technologie in de database op te nemen.

Van Ierland introduceerde een dynamisch niet-lineair optimalisatiemodel waarbij een ‘ketenbeheerder’ de private kosten van afvalverwerking minimaliseert, gegeven de keuzemogelijkheid van storten of verbranden van afval en de keuze van een diameter van de zeef waarmee een deel van het afval gescheiden wordt voor vergisting. Het model van Van Ierland combineert fysieke en gedragsaspecten, maar betreft een deel van de keten. Met zijn model kunnen instrumenten en technologische en prijsontwikkelingen geanalyseerd worden. Bijvoorbeeld, een verhoging van de energieprijzen zal de diameter van de zeef verhogen zodat er meer afval vergist wordt. De private kosten zullen dan dalen.

Zowel de korte discussies na de presentaties als de afsluitende ochtenddiscussie ging de discussie vooral over de vraag welke modellen nuttig gebruikt kunnen worden. De belangrijkste punten uit de discussie worden hieronder weergegeven.

1. Het is soms onduidelijk met welk doel (fysieke) modellen ontwikkeld worden. Een belangrijke vraag is bijvoorbeeld of het goed is om een vast emissiereductie- of recyclingspercentage als doel te hebben. Er wordt geconcludeerd dat de fysieke

modellen vaak databanken of informatiesystemen zijn, die mede als basis kunnen dienen voor de ontwikkeling van beleid maar die niet geschikt zijn voor het bepalen van beleid.

2. Een nog onopgelost probleem is de vraag hoe technologie ontwikkeling in de modellen ingebracht kan worden. Dit hangt af van de manier waarop technologie ontwikkeling gezien wordt. Twee manieren werden geopperd. Enerzijds kan technologie ontwikkeling beschouwd worden vanuit de vraagkant, namelijk als middel om aan de noden en behoeften van burgers te voldoen. Anderzijds kan technologie beschouwd worden als een min of meer vastliggende manier om aan die behoeften te voldoen (bijvoorbeeld individueel transport met auto's, wollen en katoenen kleding).
3. In sommige economische modellen wordt gesuggereerd dat gedrag door slechts één ketenbeheerder gestuurd of beïnvloed kan worden. Dat is echter niet in overeenstemming met de werkelijkheid. De aanwezigen leggen er sterk de nadruk op dat er meerdere actoren in een keten actief zijn, ieder met hun eigen doelstelling.
4. Er wordt geconstateerd dat gedragsmodellen analyseren welke beleidsinstrumenten, op welke wijze en waar in de keten ingezet kunnen worden. De studies zijn veelal case-studies aan een sector, een service of product, of een deel van de keten. Onduidelijk is echter in hoeverre de resultaten van dergelijke case-studies gegeneraliseerd kunnen worden. Men pleit voor het uitvoeren van een zogenaamde meta-analyse, waarin de resultaten van de studies die tot nu toe zijn uitgevoerd met elkaar vergeleken worden, zodat er meer robuuste conclusies getrokken kunnen worden.
5. Een punt waar de aanwezigen het niet over eens kunnen worden is de vraag of fysieke en gedragsmodellen geïntegreerd moeten worden, of dat ze juist gescheiden verder ontwikkeld moeten worden. In de plenaire discussie 's middags wordt uitgebreid over dit punt verder gediscussieerd. De vragen zijn of deze modellen apart of geïntegreerd verder ontwikkeld moeten worden. Wat is het doel van deze modellen? Moet er per case-studie of per milieuprobleem een apart model gemaakt worden? Voorstanders van de integratie verschilden van mening over de vraag hoe dit aan te pakken: beginnen met een klein deel van de keten, of direct een integrale aanpak kiezen.

Alle aanwezigen leken het eens over een belangrijke beperking van materiaalstroommodellen. Er moet een ruimtelijke beperking gekozen worden, maar dat betekent dat ze nooit een volledig beeld van de werkelijkheid kunnen geven. Afwenteling naar het buitenland of naar andere regio's blijft een onderwerp van zorg.

## ***Sessie B: De Organisatie van aan Ketenbeheer Gerelateerde Ondernemingsactiviteiten***

Discussie o.l.v. prof.ir. E.J. Tuininga, verslag dr. F. den Hond

In het bedrijfsleven worden veel aan IKB gerelateerde activiteiten ondernomen. De sessie over de ‘organisatie van aan ketenbeheer gerelateerde ondernemingsactiviteiten’ beoogt te beschrijven hoe bedrijven met ketenbeheer omgaan, hoe zij hierin keuzen maken en hoe zij eventueel deze keuzen beter kunnen maken. De papers zijn geen uitputtend overzicht van wat er allemaal gebeurt, maar geven wel een beeld van de variatie aan (onderzoeks) activiteiten op dit terrein. In deze sessie waren presentaties van M. Jansen, J. Bouma en F. den Hond. Zij behandelen elk verschillende aspecten van ketenbeheer, namelijk informatie, kosten en coördinatie van activiteiten.

Jansen betoogt dat er een spanning is tussen datgene wat overheden en milieugroepen van bedrijven willen op milieugebied en de doelstelling van bedrijven (produceren, winst maken en overleven op lange termijn). Aan bedrijven wordt een groot aantal eisen op milieugebied gesteld. Voor een (groot) aantal van deze eisen is rapportage vereist. Om te kunnen rapporteren moeten bedrijven informatie (data) verzamelen over de materiaalinput, de emissies en het afval van hun activiteiten. Veelal is de kwaliteit van informatie echter een knelpunt voor bedrijven om aan de gevraagde rapportage te kunnen voldoen. Het is de stelling van Jansen dat dergelijke informatie het best kan worden ingepast in een reeds bestaand en geaccepteerd controlesysteem, namelijk het logistieke systeem. Hierdoor kan het nieuwe informatiesysteem op een zo geïntegreerd mogelijke manier aan een lopend systeem gekoppeld worden, waardoor effectiviteit en efficiëntie gewaarborgd zijn. Zij werkt haar stelling uit met een voorbeeld waarin vormen van zowel discrete productie als procesgewijze productie gecombineerd worden. Haar conclusie is dat milieu-informatie noodzakelijkerwijze op de fysieke materiaalstromen door de onderneming gebaseerd moeten zijn; ‘hergebruik’ van informatie is hier de ‘meest milieuvriendelijke oplossing’.

In de korte discussie naar aanleiding van haar paper werd gevraagd of de huidige praktijk van ‘combi-zorg’ (integratie van arbo, veiligheid en milieu) nadelig is voor het invoeren van op milieu-informatiesystemen die gebaseerd zijn op logistieke informatie. Het antwoord is ontkennend, want de implementatie van een op logistieke informatie gebaseerd milieu-informatiesysteem vergt een *top down* benadering die, zeker bij grotere bedrijven, ook gevonden wordt bij systemen voor combi-zorg. Een tweede vraag was of de goede informatie via een milieu-informatiesysteem boven tafel gehaald wordt. In antwoord hierop stelde Jansen dat er twee aspecten aan ‘goede’ informatie zijn: representativiteit voor de werkelijkheid en consistentie. Naar haar inschatting wordt consistentie van de verzamelde gegevens zo goed als mogelijk gewaarborgd juist door aan te sluiten bij het logistieke systeem. Wat betreft de representativiteit zullen er altijd problemen blijven (bijvoorbeeld in relatie tot de te kiezen systeemgrenzen), maar daar waar geen directe informatie beschikbaar is biedt het logistiek systeem mogelijkheden tot alternatieve strategieën voor gegevensverzameling, bijvoorbeeld door uit te gaan aannames, normwaarden en verschilberekeningen.



Bouma vroeg zich in zijn presentatie af of reguliere systemen voor management accounting behulpzaam kunnen zijn voor ketenbeheer. De vraag is of en hoe milieubalansen aan financiële balansen gerelateerd kunnen worden, waarbij opgemerkt wordt dat bedrijven onderling verschillende systemen voor financieel-economisch beheer hanteren. Hij baseert zich daarbij op recent onderzoek naar de ervaringen van 10 grote en 10 middelgrote/kleine bedrijven in Duitsland (geen representatieve steekproef) die ervaring hebben opgedaan met verschillende vormen van milieumanagement. Van deze verzameling bedrijven is 40% actief in enige vorm van ketenbeheer; het gaat veelal om dominante bedrijven in de keten (d.w.z. verticaal geïntegreerde bedrijven, unieke toeleveranciers en bedrijven met een groot marktaandeel). Het ligt echter in de lijn van verwachting dat het aantal bedrijven dat zich in Duitsland bezighoudt met ketenbeheer zal stijgen in verband met de *Wirtschaftskreislaufgesetz* (kringloopwetgeving). Met name de onderzochte grote bedrijven geven aan dat management accounting van belang is voor het nemen van milieumaatregelen. Het gaat vooral om:

- management accounting systemen die inzicht geven in de kosten van milieubelasting,
- technieken voor de beoordeling van investeringsaanvragen,
- technieken om de maximaal toelaatbare kostprijs te bepalen,
- budgetbeheer op afdelingsniveau, en
- prestatiemeting en voortgangscontrole.

In het verleden werden milieukosten (investeringen en variabele kosten) veelal onder een kopje overhead ondergebracht, waardoor er weinig inzicht was in de doorwerking van milieukosten op de kostprijs van producten. De onderzochte bedrijven hebben hun management accounting systemen in deze richting aangepast. Door deze aanpassing worden zowel de positieve als de negatieve financiële effecten van milieumaatregelen duidelijker zichtbaar.

In de discussie werden enkele verhelderende vragen gesteld. Tevens werd geconcludeerd dat effectieve sturing van de keten met financiële instrumenten afhankelijk is van de integratie van milieukosten in management accounting systemen op bedrijfsniveau.

Den Hond snijdt het probleem van de coördinatie van activiteiten in de keten aan. Theorie en praktijk van ketenbeheer en de analyse van stof-, materiaal- en productstromen hebben duidelijk gemaakt dat milieuproblemen in de keten veelal op verschillende plaatsen in de keten opgelost kunnen worden. In de situatie dat de keten uit twee of meer bedrijven bestaat, betekent dit voor elke afzonderlijke onderneming in de keten dat het in principe de keuze heeft om zèlf een oplossing te ontwikkelen of dat in meer of mindere mate aan andere bedrijven in de keten over te laten. Het is de vraag hoe bedrijven deze afweging maken.

Hij stelt dat het milieuprobleem van een onderneming draait om een conflict tussen de onderneming en haar *stakeholders*. Uiteindelijk zal de onderneming haar activiteiten moet veranderen om het milieuprobleem op te kunnen lossen. Hij betoogt dat bedrijven specifieke

kennis en vaardigheden nodig hebben om hun activiteiten te ondernemen, en dus ook om hun activiteiten te kunnen veranderen of nieuwe activiteiten te kunnen ontplooiën. Enerzijds kunnen ondernemingen zich onderscheiden van andere ondernemingen wanneer hun vaardigheden zeldzaam, waardevol, moeilijk imiteerbaar en niet vervangbaar zijn. Het is voor bedrijven efficiënt om deze vaardigheden te exploiteren door ze verder te ontwikkelen. Anderzijds zullen ondernemingen van tijd tot tijd nieuwe activiteiten moeten ontwikkelen, omdat de omgeving andere zaken van de onderneming verwacht of omdat concurrenten de positie van de onderneming (dreigen) aan te tasten. Het is voor bedrijven echter lastig om de vaardigheden voor nieuwe activiteiten te ontwikkelen. Wat betreft milieuproblemen, zo stelt Den Hond, is het niet zozeer een gebrek aan bereidheid als wel een beperking aan de mogelijkheden van bedrijven die oplossing in de weg staan. Hij ontwikkelt een model op grond waarvan beschreven kan worden waarom bedrijven zelf een oplossing ontwikkelen en implementeren, dat in samenwerking met andere ondernemingen doen, of ervan afzien een oplossing te ontwikkelen. Belangrijke factoren in dit model zijn:

- grootte van, en groei in de marktvraag,
- de mate waarin de vaardigheden nodig voor het oplossen van het milieuprobleem complementair zijn aan de kernvaardigheden van de onderneming,
- de perceptie van technologische kansen, en
- de mogelijkheid van de onderneming om zich de eventuele winsten van het invoeren van de oplossing toe te eigenen.

Na de presentatie van Den Hond werd de discussie geopend. De aanwezigen waren het over een aantal zaken eens. In de eerste plaats over de constatering dat ketenbeheer momenteel alleen in specifieke gevallen blijkt te werken, namelijk wanneer een verticaal geïntegreerde onderneming het grootste deel van de keten bestrijkt, of wanneer een bedrijf een dominante positie in de keten inneemt. Het model van ketenbeheer waarin er één bedrijf als zogenaamde ketenregulator optreedt, zal dus zeer beperkt gelden. Het is de vraag hoe ketens waar geen dominante actor aanwezig is aangestuurd kunnen worden. In zo'n situatie is een veel grotere mate van onzekerheid over de vraag of en hoe bedrijven zullen reageren op milieudruk, en hoe bedrijven elkaar zullen/kunnen vinden om milieuproblemen op te lossen. Deze vragen worden des te relevanter indien men bedenkt dat bedrijven in de keten van elkaar verschillen.

In de tweede plaats is het startpunt voor analyse in de papers van Jansen, Bouma en Den Hond de onderneming in plaats van de keten. In hun analyses blijken ondernemingen onderling te verschillen. De aanwezigen vonden dit een realistisch uitgangspunt. Duidelijk is dat de primaire processen bij bedrijven verschillen (discrete productie versus procesgewijze productie), maar ook meer abstracte facetten als de range aan bedrijfsactiviteiten, kennis en vaardigheden, bedrijfscultuur en de organisatie van ondersteunende activiteiten (zoals management accounting) kunnen verschillen. Enerzijds leidt dit tot de noodzaak om flexibele instrumenten te ontwikkelen die in verschillende situaties dienst kunnen doen (Jansen). Anderzijds leidt dit tot de constatering dat bedrijven verschillend kunnen reageren op signalen uit hun omgeving (Bouma en Den Hond). Dergelijke verschillen bieden echter ook kansen om bij ketenbeheer bijvoorbeeld gebruik te maken van 'leiders' en 'volgers'. Het lijkt van groot

belang om met dergelijke verschillen rekening te houden bij pogingen om ‘ecologie’ en ‘economie’ op elkaar af te stemmen op het niveau van de keten.

Voor wat betreft de vragen voor verder onderzoek, bleken de aanwezigen verscheidene punten te onderschrijven:

1. In het onderzoek zou een brug geslagen moeten worden tussen de noodzaak van ketenbeheer en kennis over de vraag hoe bedrijven functioneren en opereren in systemen van industriële productie. In de bedrijfseconomie heet dit laatste het vraagstuk van de ‘externe organisatie’; theorieën over de externe organisatie van de onderneming zouden zo gearticuleerd moeten worden dat zij bij kunnen dragen aan ketenbeheer.
2. Tevens zouden verdere inzichten ontwikkeld moeten worden over vragen hoe overheid en bedrijfsleven op elkaar reageren, en hoe de overheid een dusdanige institutionele omgeving kan creëren dat bedrijven gestimuleerd worden het gewenste gedrag te vertonen. Recente theorievorming in de ‘nieuwe bestuurskunde’ is hiervoor veelbelovend; het gaat bijvoorbeeld om concepten als netwerksturing en beleidsinstrumententheorie.
3. Er werd geconstateerd dat er veel beschrijvende case-studies beschikbaar zijn over de vraag hoe individuele bedrijven bezig zijn met ketenbeheer en aanverwante zaken. Het is zaak om de resultaten van deze cases te integreren.
4. Daarnaast zou men door moeten gaan met het ontwikkelen van instrumenten en methoden voor ketenbeheer voor specifieke situaties, toegespitst op concrete vragen vanuit bedrijven. Op deze wijze blijven knelpunten zichtbaar, en kunnen nieuwe ervaringen de integrerende theorievorming verder voeden en stimuleren.

==== \*\* ====

### ***Sessie C: De Rol van Instituties***

Discussie o.l.v. prof.dr. E. Tellegen, verslag drs. E. Reijnen

Ketens bestaan niet slechts uit bedrijven met een winstdoelstelling. Ook andere actoren spelen een rol in de organisatie en structurering van stof-, materiaal- en productstromen, zoals regelgevende overheden en brancheorganisaties. Wet- en regelgeving, alsmede industriële normen en standaarden, zijn factoren die het gedrag van actoren in de keten beïnvloeden. Onder ‘instituties’ kunnen de actoren en factoren worden verstaan die het gedrag van ketenactoren disciplineren op een wijze die buiten de directe werking van de markt valt. Naast de hierboven genoemde factoren, kunnen ook cultuur en macht een disciplinerende invloed hebben. In sommige ketens wordt de milieubelasting van de keten voor een belangrijk deel veroorzaakt door de consument of de eindverbruiker. In deze sessie waren presentaties van Reijnen, Wolsink en Biesiot.

Reijnen laat aan de hand van de case van chemische bestrijdingsmiddelen zien dat stof- en materiaalstromen op andere ketens betrekking kunnen hebben dan productstromen.

Enerzijds is er de materiaalstroom van de productie en het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen. De milieudruk als gevolg van de toepassing van deze middelen vindt voornamelijk plaats bij de landbouwer. Het bestrijdingsmiddelenbeleid van de Nederlandse overheid is gericht op het beheersen van het aanbod van bestrijdingsmiddelen en op de toepassing ervan door de landbouwer. Anderzijds is er de productstroom van voedingsmiddelen die begint bij de primaire landbouwproductie. Het is een economische realiteit van de voedselproductieketen dat het gebruik van bestrijdingsmiddelen grotendeels door landbouwers wordt bepaald, maar de milieu-effecten van het gebruik van bestrijdingsmiddelen worden meestal niet in de voedselproductieketen gevoeld. Dit maakt integraal ketenbeheer in het geval van bestrijdingsmiddelen een lastige zaak, hetgeen blijkt uit de moeilijkheden waarmee de Nederlandse bestrijdingsmiddelenbeleid kampt om de afhankelijkheid van de landbouw van bestrijdingsmiddelen te verminderen. Concentratie van marktaandeel bij de verschillende actoren in de productketen, en verschuivingen in de onderlinge machtsverhoudingen van ‘aanbod-actoren’ (producenten vroeg in de keten) naar ‘vraag-actoren’ (distributiekanaal laat in de keten) bepalen welke actoren de inrichting van de productketen domineren, en wie de keten dus kunnen veranderen. Volgens Reijnen leidt een dergelijke analyse tot de beleidsaanbeveling aan overheden om bij integraal ketenbeheer serieuze aandacht aan de machtspositie van actoren te besteden. De effectiviteit kan ermee vergroot worden.

Belangrijke vragen zijn volgens Reijnen:

- Is het wenselijk dat overheden ingrijpen in de sociale organisatie van ketens?
- In hoeverre kunnen of moeten de milieukosten van het gebruik van bestrijdingsmiddelen doorberekend worden in de prijzen van voedingsmiddelen? Immers, nu is de situatie zo dat organisaties als de Waterschappen en de drinkwaterbedrijven kosten moeten maken om de gehalten aan bestrijdingsmiddelen in oppervlakte- en drinkwater te verlagen, terwijl vele landbouwers (de ‘vervuilers’ die zouden moeten betalen) failliet zullen gaan indien zij voor deze kosten opdraaien.
- In hoeverre moeten overheden bestaande ketens als uitgangspunt voor integraal ketenbeheer nemen?

Wolsink gaat in op de mogelijkheden en belemmeringen om in de nutssectoren (water, energie, afvalverwerking) integraal ketenbeheer in te voeren. In tegenstelling tot een groot aantal andere ketens zijn de productie, distributie en verkoop van water en electriciteit, en de verwijdering van afval grotendeels semi-publiekrechtelijk georganiseerd via nutsbedrijven. Volgens Wolsink heeft de specifieke manier waarop de water-, electriciteits- en afvalverwijderingsketens van georganiseerd belangrijke implicaties voor de ontwikkeling van integraal ketenbeheer in deze sectoren. In zijn bijdrage gaat hij in op de mogelijkheden om de productie van afval te verminderen via de afvalproducent. Wolsink vraagt aandacht voor een bekend probleem in de beleidstheorie: implementatie van beleid wordt bemoeilijkt omdat verschillende actoren betrokken zijn bij de beleidsvoorbereiding en -formulering en de beleidsimplementatie. In Nederland heeft het ‘voorkómen’ van afval bijvoorbeeld een hogere prioriteit dan het ‘storten’ of ‘verbranden’ van afval, maar in de organisatie van de

beleidsuitvoering worden niet de formele beleidsdoelstellingen weergegeven. Momenteel is er vanwege de structuur van de afvalverwijderingssector geen voldoende stimulans richting de afvalproducent om de productie van te verminderen. De vraag in zijn onderzoek is hoe die prikkel wel te creëren. Daartoe kijkt hij naar een drietal buitenlandse cases.

Waar directe regulering en marktwerking in respectievelijk New Jersey (USA) en Denemarken niet of nauwelijks lijkt te leiden tot afvalreductie, heeft de producentverantwoordelijkheid in Duitsland tot een aantal andere ervaringen aanleiding gegeven. Vanwege de producentverantwoordelijkheid en het *Duales System Deutschland* (DSD) zijn nieuwe actoren zich met de afvalverwerking bezig gaan houden: producenten van kunststoffen hebben succesvol gelobbyd om onder recycling ook verbranding met energieopwekking te verstaan, daarin gesteund door de grote energiebedrijven die vervolgens een stevige vinger in de DSD-pap hebben gestoken. Blijkbaar is de belangrijkste les dat de manier van implementatie van groot belang is voor het succes van beleid. Het is uiteraard de vraag of dergelijke ontwikkelingen door beleidsvoorbereiders en -formuleerders te voorzien zijn, en of zij de implementatie van hun beleid in goede banen kunnen leiden.

In tegenstelling tot de beschrijvende case-studies van Reijnen en Wolsink, presenteerde Biesiot een viertal onderzoeken over mogelijkheden om product- en materiaalstromen te sturen. Door de verschillende benaderingen in de verschillende onderzoeken te bespreken en met elkaar te vergelijken, kon hij een aantal opmerkingen maken over de sturing van product- en materiaalstromen. Interessant bij de modellen die Biesiot presenteerde is de samenwerking met psychologen, sociologen en huishoudwetenschappers, waardoor er aanvullende inzichten ontwikkeld worden aan de grotendeels economische modellen die in sessie A zijn gepresenteerd. De vier onderzoeken zijn:

- het ‘Actor-Fase model voor Gedragsverandering’, waarin beschreven wordt in hoeverre actoren in verschillende stadia van de levenscyclus van materialen en producten significante invloed op energiebesparing kunnen uitoefenen,
- ‘HOMES’ waarin het gebruik van energie en water voor verwarming, mobiliteit en electriciteit voor wit- en bruingoed apparatuur wordt geanalyseerd,
- ‘GreenHouse’, dat is gericht op het in kaart brengen van de totale beslag op natuurlijke hulpbronnen door huishoudens, waarbij gedifferentieerd wordt naar gezinssamenstelling en consumptiepatronen, en
- ‘SCAN’, waarin wordt onderzocht in hoeverre een set van generieke energiebesparende maatregelen die gezamenlijk tot een drastische reductie zouden moeten leiden, in verschillende maatschappelijke sectoren ingevoerd kunnen worden.

Biesiot concludeert dat ‘micro’- en ‘macro’-benaderingen elkaar aan vullen en indien gecombineerd met elkaar tot nieuwe inzichten kunnen leiden. Hij beargumenteert op grond van de gepresenteerde modellen dat het mogelijk is om natuurwetenschappelijke en sociaalwetenschappelijke inzichten met elkaar te combineren, waardoor inzicht in

stuuringsmogelijkheden verkregen wordt. Het gaat er daarbij onder andere om het groei-mechanisme achter consumptie te onderkennen en te begrijpen; dit blijft volgens Biesiot buiten schot bij de pogingen om stof-, materiaal- en productstromen te rationaliseren.

Omdat in deze sessie men meer tijd voor presentaties heeft genomen dan in de andere twee sessies, was er relatief weinig tijd over voor discussie. De discussie was gestructureerd aan de hand van de volgende vragen. Niet alle vragen zijn echter even nadrukkelijk aan de orde gekomen.

1. Wat weten we wel en wat weten we (nog) niet?
2. Wat zijn meningsverschillen?
3. Welke onderzoekspunten verdienen aandacht?
4. Welke belemmeringen zien we voor implementatie?

Er was overeenstemming over de stelling dat er gezocht moet worden naar een integratie tussen technologie, economie, gedrag en instituties om te komen tot inzichten en stuuringsmogelijkheden in stof-, materiaal- en productstromen. Men verschilde echter van mening over het relatieve belang van de verschillende factoren. Zo had een van de aanwezigen meer vertrouwen in technologische dan in sociale innovaties. Anderen wezen echter op het belang van inzicht in de machtsverdeling en belangen van de schakels in de keten om (on)mogelijkheden voor sturing te kunnen onderkennen. Zij verwezen daarbij naar de presentaties van Reijnen en Wolsink. Voor adequate beleidsontwikkeling is het belangrijk ook altijd alle netwerkactoren in ogenschouw te nemen. Beleid moet worden afgestemd op de actoren en hun machtsposities in de keten. Dit beleid moet de actoren versterken die belangen hebben die kunnen bijdragen aan het behalen van doelstellingen zoals geformuleerd door beleidsmakers.

Macht en belangen zijn dus belangrijk, maar er werden een aantal nuanceringen aangebracht. Een aantal aanwezigen stelden dat je goed in de gaten moet houden in welk kader je over 'macht' spreekt; niet alleen de machtsverhoudingen zijn belangrijk, maar ook vragen als waartoe macht gebruikt wordt, en wie die macht uitoefent. Inzicht in de machtsstructuur zou gebruikt kunnen worden om machtsregels te doorzien en eventueel nieuwe regels te ontwerpen, te analyseren welke consequenties deze hebben voor verschillende actoren en tot welke dynamiek in de sociale verhoudingen deze aanleiding geven. Hier zitten dus de aangrijpingspunten voor beleid en verandering.

De discussie werd afgesloten met de aanbeveling dat het belangrijk is om te komen tot evaluatiecriteria met betrekking tot de uitkomsten van ketenbeheer, om daar verder van te leren met het oog op een duurzame samenleving. In dit verband zou er een inventarisatie en evaluatie van het onderzoek op het gebied van ketenbeheer gedaan moeten worden. Ook is er meer begrip nodig van de inherente dynamiek van instituten en organisaties.

### *Plenaire discussie 's middags*

Discussie o.l.v. prof.dr. H. Verbruggen

Verbruggen opende de plenaire discussie 's middags met een samenvatting van de rapportages uit de parallelle sessies. Hij beantwoordde de vraag wat er heden ten dage bekend is over stof-materiaal- en productstromen. Er zijn modellen beschikbaar waarmee stof-, materiaal- en productstromen beschreven kunnen worden (zg. 'fysieke' modellen). De bestaande modellen kunnen uiteraard op punten nog verbeterd worden. Feitelijk zijn het echter nuttige en goed functionerende informatiesystemen voor bedrijven en overheid. Zij kunnen opties en mogelijkheden voor verandering afleiden uit de modellen. Dergelijke modellen zijn echter (nog) niet geschikt voor sturing. Verbruggen noemde een aantal redenen waarom 'fysieke' modellen van stof-, materiaal- en productstromen (nog) geen sturingsinstrumenten zijn:

- er is in veel gevallen geen centrale ketenregulator die verandering kan afdwingen,
- in de keten zitten actoren die verschillende doelstellingen en mogelijkheden hebben, waardoor optimalisatie van keten als geheel (integraal ketenbeheer, zowel economisch als ecologisch) bemoeilijkt wordt,
- actoren in de keten verschillen ook wat betreft hun machtsposities, met vergelijkbare problemen voor optimalisatie van de keten als geheel,
- soms is er onduidelijkheid over de specifieke doelstellingen van ketenbeheer, waardoor het gevaar is dat een stof-, materiaal- en productanalyse gedaan wordt zonder dat duidelijk is waarvoor hij gebruikt zal/kan worden; vaak is er van niet meer sprake dan van een algemene minimalisatiedoelstelling: minimalisatie van dé milieubelasting,
- omdat afbakening van de keten in een stof-, materiaal en productanalyse altijd in zekere mate arbitrair is, kunnen er niet-voorziene linking en substituties duidelijk worden en optreden als gevolg van pogingen tot sturing,
- een keten is een weerslag van de manier waarop in de samenleving behoeftebevrediging gematerialiseerd is; onduidelijk en onbekend is hoe stof-, materiaal- en productketens veranderen wanneer behoeften veranderen,
- er is een micro-dynamiek in de keten zelf die in de analyse van stof-, materiaal en productstromen niet zichtbaar gemaakt wordt.

Verbruggen stelde twee vragen. (1) Is het geschetste beeld juist? (2) Als dit beeld juist is, wat moeten we dan doen om meer grip te krijgen op de sturing van ketens? Hij signaleerde twee mogelijkheden. Enerzijds zouden stof-, materiaal- en productmodellen uitgebreid kunnen worden met 'gedragsfactoren'. Anderzijds zou de stof-, materiaal- en productanalyse moeten blijven zoals die is, waarbij er aparte analyses van gedrag/belang/macht van actoren in de keten zouden moeten komen, die alleen in specifieke gevallen met elkaar verbonden worden. In het laatste geval zou de stof-, materiaal- en productanalyse als een 'dialoog instrument' dienst kunnen doen. Tot slot werd geopperd dat stof-, materiaal- en productmodellen als analysekader zouden kunnen dienen voor het beoordelen van beleidsinstrumenten.

Op de voorzet van Verbruggen volgde een discussie, waarin de verschillende bijdragen voornamelijk een bevestiging geven van het geschetste beeld. Een aantal van de gemaakte opmerkingen zijn bijvoorbeeld:

- het beeld dat integraal ketenbeheer een soort centrale stuur- en regelkamer zou zijn, is foutief,
- de vraag in hoeverre uit een stof-, materiaal- en productmodel mogelijkheden tot sturing volgen hangt af van de keten; bij simpele ketens zijn er wellicht meer directe mogelijkheden tot sturing dan bij complexe ketens,
- de stelling van Verbruggen is evident: de fysieke werkelijkheid is anders dan de sociale werkelijkheid,
- op basis van een fysiek model kun je geen beleid maken; hooguit valt er nog iets over technologie te zeggen, maar veel verder kun je niet komen, en dat is al heel wat,
- een goed stof-, materiaal- en productmodel kun je gebruiken voor de identificatie van opties voor verandering, immers, vervuiling is vooral een fysiek probleem, en uit een stof-, materiaal- en productanalyse komt naar voren waar de grootste vervuilingsbronnen zitten,
- het is een goede suggestie om stof-, materiaal en productanalyses als communicatiemiddel te gebruiken.

Overigens wees Huppes erop dat de term ‘fysiek’ model misleidend is. Het is niet gebaseerd op een natuurwetenschappelijke analyse, als zouden stof-, materiaal- en productstromen volgens natuurlijke wetten verlopen. Integendeel, bij het opstellen van een model van stof-, materiaal- en productstromen moeten juist bijzonder veel keuzen en aannamen gemaakt worden over het gedrag in economische zin van bedrijven en consumenten.

Het tweede deel van de discussie, ‘hoe nu verder?’, was een stuk complexer. Duidelijk is dat ‘gedrag’ in belangrijke mate bepaalt hoe een keten in elkaar steekt. Duidelijk is ook dat ‘gedrag’ te analyseren valt, maar de onderliggende discussie ging over de vraag of, en in hoeverre, gedrag van ketenactoren op een zinvolle manier te modelleren valt. De aanwezigen zijn er niet in geslaagd om deze vraag eensluidend te beantwoorden. In een aantal opzichten was het een herhaling van zetten, een bevestiging van de resultaten van het eerste deel van de discussie. Verder was men zeer te spreken over het feit dat mensen vanuit verschillende achtergronden met elkaar om de tafel zaten. Stof-, materiaal- en productmodellen functioneren als een interdisciplinair concept om samenwerking tussen de verschillende disciplines mogelijk te maken. Het gegeven van de ketenmetafoor is uitgewerkt in stof-, materiaal- en productanalyses heeft het mogelijk gemaakt om te spreken over vragen naar sturingsmogelijkheden van de keten. Iemand stelde: “De grote winst is dat we er nu zo over praten.” Er kamen echter weinig suggesties over de vraag ‘hoe nu verder?’ De enige concrete suggestie kwam van Tellegen, die voorstelde om een *checklist* te ontwikkelen (dus geen modellering) om een idee te krijgen in hoeverre actoren op ‘knopen’ van een keten mogelijkheden hebben of belemmerd zijn in de mogelijkheden om de keten anders te organiseren. ‘Ketenanalyse’ is geen beleidsinstrument, maar kan wel behulpzaam zijn bij de



keuze voor beleidsinstrumenten. Het is een onvolledig analyse-instrument waar we op dit moment geen beter voor hebben, maar waarvan we niet te veel moeten verwachten voor sturing van de keten.

De belangrijkste conclusies uit de discussie zijn de volgende:

- De bestaande ‘fysieke’ modellen geven noodzakelijke informatie, werken vaak als een katalysator, maar zijn vooralsnog onvoldoende voor sturing en instrumentkeuze.
- Het is de moeite waard te proberen ‘fysieke’ modellen te completeren met een nadere analyse van gedrag/economie van de actoren op knooppunten van de keten. Daarbij werd de kanttekening gemaakt dat we voor complexe ketens niet al te veel mogen verwachten.
- ‘Fysieke’ modellen kunnen een belangrijke en nuttige rol als dialooginstrument spelen.

=== \*\* ===

### ***Aanbevelingen voor verder onderzoek***

Ter afsluiting van dit verslag van de workshop, worden de conclusies van de discussies tijdens de workshop veralgemeniseerd. Dit leidt tot een lijst met vragen voor verder onderzoek, die gericht zijn op betere kennis van, en een versterking van het inzicht in de mogelijkheden en beperkingen van IKB. Daarbij wordt tevens gebruik gemaakt van een aantal andere, recente publicaties, waarin voorstellen worden gedaan tot het samenstellen van een onderzoeksagenda ten aanzien van IKB, zij het dat deze ingebed zijn in een breder kader van industriële transformatie en duurzame (industriële) ontwikkeling (zie de aanvullende literatuur). Het lag niet in de lijn van de workshop om aanbevelingen te doen over de manier waarop de voorliggende onderzoeksvragen in feitelijk onderzoek uitgewerkt zouden moeten worden. De veralgemeniseerde vragen voor onderzoek kunnen ondergebracht worden in drie thema's: beschrijving van ketens, integratie, en technologie.

#### *beschrijving van ketens*

Ten aanzien van de beschrijving van ketens wordt geconcludeerd dat ‘ketens’, het onderliggende begrip van IKB, meerdere betekenissen kunnen hebben: (i) fysieke aspecten van stof-, materiaal- en productstromen, (ii) economische relaties tussen toeleveranciers van grondstoffen en hulpmiddelen, leveranciers van intermediaire producten, eindproducenten, en gebruikers van producten en diensten (de waardeketen), en (iii) regionale patronen van toeleverantie en afzet van bijproducten en afval tussen bedrijven in verschillende waardeketens. Dit leidt tot de volgende vragen voor verder onderzoek:

1. Er is behoefte aan een systematische analyse naar de vraag in hoeverre fysieke stof-, materiaal- en productstromen overlappen, danwel verschillen met industriële ketens van productie en waardetoevoeging. Dergelijk onderzoek kan bijvoorbeeld resulteren in inzicht in de vraag in hoeverre financiële instrumenten gebruikt kunnen worden om de bestaande besluitvormingsstructuren in ketens in een

gewenste richting te veranderen, of om nieuwe besluitvormingsstructuren te creëren.

2. Op bedrijfsniveau is geconcludeerd dat met name de aanwezigheid van externe krachten bepaald of bedrijven het milieuvraagstuk op de interne agenda zetten, maar dat vooral interne, bedrijfsspecifieke factoren van invloed zijn op de wijze waarop bedrijven oplossingen voor milieuvraagstukken implementeren (Angel en Huber, 1996). Het is de vraag of deze conclusie ook voor ketens geldt, en zo ja, op welke wijze kenmerken van de keten van invloed zijn op de vraag of en hoe voordelen van IKB voor de gehele keten geïdentificeerd kunnen worden.
3. Empirisch onderzoek is gewenst naar de vraag hoe financiële instrumenten de besluitvorming binnen bedrijven en in ketens feitelijk beïnvloeden.
4. Tevens is het gewenst onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden en beperkingen van convenanten in het versterken van IKB, niet alleen op sector niveau, maar juist ook langs ketens en op regionaal niveau. Dit geldt des te meer in situaties waar er geen dominante actor is die de fysieke en economische structuur van de keten bepaalt.
5. Het is aan te bevelen om binnen de Nederlandse context na te gaan welke mogelijkheden er zijn om het concept van regionale industriële ecologie uit te werken.

#### *integratie*

Tijdens de IHPD workshop van 7 februari 1997 (Vellinga *et al.*, 1997) werd algemeen gevonden dat er een integratie tussen enerzijds 'stof en materiaal' georiënteerd onderzoek en anderzijds 'sociaal-maatschappelijk' georiënteerd onderzoek wenselijk is. Daaraan kan toegevoegd worden dat er ook behoefte is om de resultaten van de verscheidene case-studies over respectievelijk de modellering van stof-, materiaal- en productstromen, de werking en effectiviteit van beleidsinstrumenten, en het milieugedrag van ondernemingen onderling te vergelijken. Daarbij zou speciale aandacht gegeven moeten worden aan de disciplinerende rol van institutionele actoren en factoren.

6. Een algemene onderzoeksaanbeveling is om de diverse case studies op de verschillende deelgebieden van IKB onderling te vergelijken, om zo tot meer algemene conclusies te komen.
7. Indien uit fysieke modellen van stof-, materiaal- en productstromen blijkt dat er (meerdere) mogelijkheden tot verbetering zijn, welke institutionele factoren beperken dan de keuze tussen verschillende opties, en de mogelijkheden om deze te realiseren?
8. Onderzoek is gewenst naar de mogelijkheden om modelmatige beschrijvingen van stof-, materiaal- en productstromen te gebruiken als communicatiemiddel naar actoren in ketens, en als hefboom om veranderingen te initiëren.

#### *technologie*

Technologie ontwikkeling is op twee manieren relevant voor IKB. Enerzijds biedt zij mogelijkheden tot substantiële reducties van afval en emissies en tot dematerialisatie.

Anderzijds kan technologische ontwikkeling leiden tot 'lock in' vanwege het optreden van padafhankelijkheden. 'Lock in' heeft zowel technologische als sociale dimensies. Technologie verandering is een onderwerp waar men in de modelmatige benaderingen van IKB maar moeilijk mee uit de voeten kan. Op bedrijfsniveau zijn er aanzetten gegeven om innovatie te integreren in de analyse van het milieuge drag van ondernemingen, maar ook hier staat het onderzoek in de kinderschoenen. Ten dele hangt dit samen met het abstractieniveau van analyse. Op een hoog abstractieniveau (ketens) lijkt het mogelijk (maar moeilijk) om incrementele veranderingen als gevolg van onder andere *learning by doing* te verdisconteren. Technologische verandering lijkt hier een zekere mate van autonomie te kennen. Vanwege hun relatieve onvoorspelbaarheid blijven radicale innovaties echter grotendeels buiten beschouwing. Op lagere abstractieniveaus (bedrijf, specifieke technologieën) blijkt dat innovatie gestuurd en beperkt wordt door (groei in) markt vraag, technologische mogelijkheden, toeëigenbaarheid van winsten, en de specifieke kennis en vaardigheden van ondernemingen, maar ook dat innovatie ingebed is specifieke institutionele structuren. Er zijn bijvoorbeeld tal van (institutionele) barrières die de diffusie van technologie belemmeren.

9. Verder inzicht in de vraag hoe bedrijven en overheden de potenties van technologische ontwikkeling beoordelen is van belang voor een beter begrip van de vraag hoe technologie ontwikkeling van invloed is op de milieubelasting door ketens. Daarbij zou aandacht moeten zijn voor de (institutionele) factoren die de ontwikkeling en diffusie van technologie belemmeren of juist stimuleren.
10. Als het mogelijk is om, bijvoorbeeld aan de hand van technologie karakteristieken (volgens Blok), aan te geven hoe stof-, materiaal- en productstromen door de tijd heen zullen of kunnen veranderen, is het dan ook mogelijk om aan te geven waar mogelijkheden tot grote, radicale verandering zijn?
11. In het verlengde van de vorige aanbeveling is het echter ook gewenst om te onderzoeken in hoeverre de technologie karakterisering (kosten, rijpheid, technische efficiëntie) zélf aangevuld moet worden met karakteristieken van de technologie die van belang zijn voor maatschappelijke besluitvorming, zoals bijvoorbeeld (multi)functionaliteit in relatie tot flexibiliteit, het voorkomen van sterke systematische koppelingen in relatie tot kwetsbaarheid, het vroegtijdig identificeren en beoordelen tweede-orde effecten.

### **Literatuur**

- Angel, D.P. en J. Huber (1996). "Building sustainable industries for sustainable societies", *Business Strategy and the Environment* Vol.5, No.3, pp.127-136.
- Schot, J., E. Brandt en K. Fischer (1997). *The Greening of Industry for a Sustainable Future*, RMNO rapport 123, Rijswijk: RMNO.
- Vellinga, P., H. van de Mandele, R. Heintz en P. Mulder, m.m.v. S. de Bruyn (1997). *Industriële Transformatie: Naar een Onderzoeksagenda voor het International Human Dimensions Programme on Global Change*, Rijswijk: RMNO en Amsterdam: VU-IVM.

## **DE RELATIE TUSSEN STOF-MATERIAAL-PRODUCTSTROOMONDERZOEK EN BESLUITVORMING**

Peter Groenewegen

### **1. Inleiding**

In deze bijdrage aan de workshop is het de bedoeling om in kort bestek de relatie tussen onderzoek naar stof-materiaal-productstromen en besluitvorming te schetsen. Aangegeven zal worden dat in de huidige onderzoeksbenaderingen op dit gebied betwistbare aannames over besluitvorming gebruikelijk zijn. Een duidelijke aansluiting bij bestaande tradities op het gebied van besluitvorming wordt bepleit. Daarnaast worden enkele punten aangegeven waar het onderzoek verbeterd zou kunnen worden.

### **2. Korte schets van denken over stof-materiaal-productstromen.**

Kneese and Ayres hebben vanaf het eind van de zestiger jaren veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van integrerende stof-materiaal-productstroom modellen. Ten aanzien van de relatie tussen materiële productie en maatschappij kan deze benadering worden gekenmerkt als holistisch met als basis een redenering van analogie aan ecologische systemen (Frosch, 1995):

Viewing industry as an interwoven system of production and consumption, one finds that the natural world can teach us quite a bit. The analogy with nature suggests the name 'industrial ecology'.

Dit denken in metaforen over productiesystemen, die ontleend zijn aan de ecologie, is op verschillende plaatsen in de milieuanalyses van deze stroming terug te vinden. Voorbeelden van de ecologische metafoor zijn direct te herkennen in de gebruikte centrale concepten, zoals de begrippen 'industriële ecologie' en 'industriële metabolisme'. Ook het basismodel van het Nationaal Milieubeleids Plan gebruikt een dergelijke ecologische metafoor. De centrale claim in deze lijn van denken is dat de doelen voor milieubeleid dienen te verschuiven van het minimaliseren van afval en emissies per eenheid van productie naar het optimaliseren van het gehele industriële systeem. In het onderzoek naar modellen voor stofstromen is deze gedachtenlijn terug te vinden in een tweetal onderzoeksrichtingen.

De eerste onderzoeksrichting betreft het opzetten en uitwerken van al dan niet dynamische modellen voor stof- en materiaalstromen. In de laatste jaren zijn veelal gecombineerde stof-materiaal-productstroom (SMP) modellen ontwikkeld. Aan deze uitwerkingen ligt het

systeemdenken over industriële productie ten grondslag, met een voorkeur voor een sterke scheiding van humane en ecologische systemen. In toenemende mate worden economische parameters als sturingsvariabelen in deze van oorsprong milieukundige modelbouw geïntegreerd. De toevoeging van economische informatie versterkt een op interventie gerichte gedachtenlijn, die voor het optimaliseren van SMP stromen aansluit bij de maatschappelijke voorkeur voor sturingsprocessen middels correcties op de marktwerking. De economische uitwerking is als het ware de meest voor de hand liggende redenering die voortbouwt op het systeemdenken. In de kern is ze al terug te vinden in studies van Kneese e.a. in 1972 in de VS. Systeemdenken leidt tot aannamen over de mogelijkheden en onmogelijkheden voor maatschappelijk optimalisatie van stof-materiaal-product systemen gebaseerd op de overwegingen van een centrale monitorings- of sturingseenheid. De belangrijkste openstaande vragen in deze onderzoekslijn zijn gericht op de gewenste sturings- en beïnvloedingsmogelijkheden. Vanwege de aard van de modellen beperken de beschouwingen zich meestal tot het economische sturingsinstrumentarium.

De tweede ontwikkeling in het denken in stof-product-materiaalstromen is terug te vinden in het optimaliseren per knooppunt in de materiaalstroom: productie-eenheid, product, materiaal of bedrijf. De invulling voor deze toepassingen leunt minder op de centralistische, holistische benadering van de modelbouw. Men gaat ervan uit dat er besluiten genomen kunnen worden op dergelijke knooppunten, en dat middels deze besluiten niet alleen de eco-efficiëntie van de knooppunten vergroot kan worden, maar dat het tevens mogelijk is het totale systeem op deze wijze te optimaliseren. De optimale uitkomst op systeemniveau kan bereikt worden door analyse en integrale afweging (levenscyclusanalyse) in “knooppunt”-besluiten, en door de koppeling van besluitvorming tussen individuele knooppunten (integraal ketenbeheer).

Problematisch in de tweede lijn van onderzoek is dat men vasthoudt aan een systeemgericht denkkader ter onderbouwing van besluitvorming. Dit leidt ertoe dat de besluitvorming zelf vanuit een myopisch gezichtspunt wordt beschouwd. Als voordeel van deze lijn van onderzoek geldt dat ze een ondersteuning vormt voor het verbeteren van de eco-efficiëntie. Door het gebruik van begrippen als integrale afweging en het voorkomen van afwentelingseffecten, vertoont het jargon echter een verwarrende overeenkomst met de hierboven genoemde integrerende modelbouw benaderingen. Deze verwarring kan leiden tot het negeren van voor de hand liggende andere instrumenten die daardoor ten onrechte als pseudo-wetenschappelijk te boek komen te staan. De integratie van zowel de analytische als de op samenwerking gerichte instrumenten worden dan door de onderzoeker niet beschouwd of hoogstens als partiële input voor besluitvorming. Belangrijke milieu-aspecten voor de optimalisatie van systemen blijven zo buiten beschouwing, zoals volume-groei en niet aan het productiesysteem gebonden factoren als gedrag en bevolkingsgroei. SMP methoden zouden daarom meer ontwikkeld moeten worden met een specifiek doel voor ogen, zoals het doel om de beslissingen van een belanghebbende actor te ondersteunen met informatie over afwentelingseffecten in de keten en tussen de milieueffecten. De claim van systeemoptimalisatie komt zo buiten het werkingsbereik van zowel analyse als

interventie te staan. Alleen door een dergelijke bewuste inperking van claims kan aan een verbetering van de aansluiting tussen methoden en feitelijke besluitvorming worden gewerkt.

### **3. Gebruik van SMP methoden**

De hierboven geschetste insteek voor de opbouw van onderzoek naar SMP heeft gevolgen voor de praktische bruikbaarheid, zoals blijkt uit de volgende voorbeelden. Ik zal dat aan de hand van twee voorbeelden over het gebruik van SMP methoden laten zien. In de eerste plaats zal ik een voorbeeld gebruiken van de uitkomsten van de ontwikkeling van een onderzoek waarin een LCA-SMP model centraal stond, en vooral ingaan op de consequenties van het gebruikte model voor de besluitvorming. In de tweede plaats zal ik bespreken hoe in het bedrijfsleven wordt omgegaan met SMP informatie.

#### **3.1. Bruikbaarheid van SMP modellen voor toetsing van besluitvormingsveronderstellingen**

De bruikbaarheid van de modellen die vooral bedoeld zijn voor het optimaliseren van systemen ligt vooral in het toetsen van de veronderstellingen van beleid die expliciet een SMP doel hebben. Landis Gabel e.a. (1996) trekken op basis van een LCA-SMP model over de pulpproductie in de papierindustrie vergaande conclusies. Zij stellen dat hun model laat zien dat technologische verandering in de primaire pulpproductie consequenties kan hebben voor maatschappelijk optimale oplossingen. Het Europese beleid is nu gericht op het vooropstellen van recycling van oud papier als de belangrijkste strategie voor SMP beheer. Er kan echter aangetoond worden dat door deze insteek technologische vernieuwing in de primaire pulpproductie onder druk komt te staan. Dit kan een belangrijk positiever milieu-effect hebben dan het bevorderen van recycling. Door alleen voor recycling te kiezen komt de winstgevendheid van de innovatoren onder druk te staan. Technologische optimalisatie in de primaire pulpproductie vereist commitment in de uitvoering van de regels. De regelgeving wijst nu echter de andere kant op. Achter deze discrepantie tussen model en werkelijkheid lijken complexe belangentegenstellingen tussen pulpproducerende Scandinavische en recycling-georiënteerde Westeuropese landen schuil te gaan. Modelbouw kan aantonen dat dergelijke belangentegenstellingen op den duur in termen van het model tot sub-optimale oplossingen leiden. Het is echter de vraag of de aannamen van het beleid, zoals die tot uitdrukking komen in verschillende vormen van heuristisch gebruik van kringloopmodellen op basis van modeluitkomsten snel verworpen zullen worden.

#### **3.2. Feitelijk gebruik van SMP methoden in bedrijven**

In industriële ondernemingen zijn LCA's gebruikt voor twee doelen. Als er weinig technologische of input flexibiliteit bestaat zijn ze gebruikt om een externe en verdedigende rol te spelen. Te denken valt hier onder meer aan het gebruik van LCA's in de verpakkingsindustrie. In sectoren met een hoge graad van technologische verandering en goede mogelijkheden voor materiaalsubstitutie spelen LCA's een meer vernieuwende rol. Te denken valt dan aan ecodesign programma's. In deze laatste situatie is ook de behoefte

ontstaan aan *quick-scan* benaderingen en LCA's die beperkt blijven tot een van de eerste twee data verzamelingsstappen (Berkhout, 1996:151).

Er kan nog een tweede onderscheid gemaakt worden. Daar waar producenten de behoefte hebben aan milieugegevens van toeleveranciers, ontstaat een tweedeling langs een andere lijn: marktaandeel of macht in de keten. Producenten van bulkproducten die zelf ook een belang hebben bij het behoud van marktaandeel werken samen in industrieorganisaties en leveren gemiddelde data aan voor de belangrijkste producten in de bedrijfstak. Te denken valt dan aan de Europese kunststofproducenten. Als belangrijke klanten echter informatie vragen aan relatief kleine producenten, dan worden vaak gedetailleerde gegevens verstrekt over zeer specifieke milieugevolgen van de productie.

De hierboven weergegeven algemene tendensen spelen een belangrijke rol in de uitwerking van de LCA methodiek. De wetenschappelijke input voor wat betreft methoden en data neigt ertoe om zich te conformeren aan de publieke rol en de veralgemenisering van gegevens. Naar mijn inschatting wordt dat mede veroorzaakt doordat dit het beste aansluit bij de eerder geconstateerde verwantschap van al deze modellen met het denken volgens de ecologische metafoor. Daarmee komt de dubbele tweedeling overeen met wat bijvoorbeeld geconstateerd wordt aan afstand tussen de beschikbare wetenschappelijk onderbouwde methoden en de feitelijke behoeften van bedrijven die werken aan nieuwe producten en processen met inachtneming van milieugevolgen. Deze tegenstelling wordt kernachtig uitgedrukt door Crul (1996:202) naar aanleiding van de ervaringen met de voor PROMISE ontwikkelde methoden:

Commentaar van de wetenschappelijke gemeenschap dat de gebruikte instrumenten nog niet goed genoeg zijn voor toepassing laten een beperkt begrip zien voor de complexiteit van de processen van technologische innovatie en de rol van verschillende typen R&D in het productie proces.

In principe zouden alle productsystemen geoptimaliseerd kunnen worden door de toepassing van LCA's. Echter, de mogelijkheden hiertoe zijn in de praktijk beperkt door een aantal factoren:

- beperkingen in de huidige technologische kennis,
- bestaande vaardigheden en investeringen zijn niet onbeperkt veranderbaar (zie ook de bijdrage van Den Hond),
- onzekerheden, kosten en veronderstelde opbrengsten zijn niet gelijkelijk verdeeld,
- institutionele barrières, zoals industriële structuren, marktwerking, regelgeving en standaarden, bemoeilijken het maken van efficiënte switches.

### **3.3. Gebruik van ketenbegrippen in besluitvorming**

Laat ik daarom nader ingaan op het gebruik van de ketengedachte in bedrijven. Milieuoptimalisatie van producten en processen begint een belangrijk element te worden bij de innovatieprocessen van sommige bedrijfstakken. Daarbij is er veel interesse voor een

integrale benadering van milieuproblemen in zowel de verbetering van producten en processen als in MVO (milieuvriendelijk ontwerpen). Overigens moet men van het gebruik van LCA instrumenten in deze praktijk geen al te hoge verwachtingen koesteren. Hoewel de ontwikkeling van LCA-kennis binnen bedrijven een noodzakelijke voorwaarde is voor een reguliere toepassing in besluitvorming, moet geconstateerd worden dat dit nog nauwelijks vorm heeft gekregen. Zelfs bij grote multinationale ondernemingen is het eerder regel dan uitzondering dat slechts enkele individuen zich met LCA bezig houden. Waar LCA-kennis wel is ontwikkeld, wordt er een discrepantie geconstateerd tussen enerzijds de mogelijkheid om ontwerpbeslissingen aan te laten sluiten op de data behoeften en anderzijds de uitvoeringssnelheid van milieugerichte LCA's. Gedurende de meest cruciale fase van het ontwerpproces, het vastleggen van de specificaties van een nieuw product, wordt bijvoorbeeld slechts weinig geïnvesteerd in LCA-achtige informatie verzameling. De huidige methoden zijn dus weinig geschikt voor het nemen van milieu-geoptimaliseerde beslissingen. Daarnaast bestaan er grote verschillen tussen industriële sectoren voor wat betreft de mogelijkheden die zij hebben om LCA-methoden en aanverwante modellen te gebruiken. Het feitelijk gebruik van LCA-methoden is bovendien vaak beperkter dan de complexiteit van het product rechtvaardigt, bijvoorbeeld bij het kiezen van materialen in auto's (Berkhout, 1996:153-154).

### **3.4. Samenwerking is een van de hoekstenen van de ketenbeheer gedachte**

Ketenoptimalisatie is tot nu toe beperkt gebleven tot directe contacten tussen eind-producenten en toeleveranciers. Soms zijn milieugerichte productontwerpen gezamenlijk ontwikkeld. Veelal blijft dergelijke samenwerking echter eerder een uitzondering dan de regel (De Man, 1996). Een van de problemen is het goed verdelen van de optimalisatie beslissingen over de ketenpartners (De Groene en Hermans, 1996). De constatering die op veel plaatsen gedaan wordt is dat er meer aandacht nodig is voor de rol en de positie van de verschillende industriële en niet-industriële actoren in dit proces. In de discussie over sociaal-economische storing van ketens zullen daarbij onder andere de papers van Reijnen en Den Hond een rol kunnen spelen.

## **4. SMP onderzoek voor ecologische vernieuwing van de industrie**

Vanuit het bovenstaande zou misschien een negatief beeld overblijven, maar er is wel degelijk een noodzaak om netwerk/keten verandering te kunnen analyseren, in zowel sociaal-economische als milieukundige termen. Door een betere afstemming tussen de ontwikkeling van methoden voor milieukundige modelbouw en sociaal-economische aspecten van besluitvorming kan er op een aantal fronten vooruitgang worden geboekt. Ik zal er een drietal voorbeelden van geven.



#### **4.1. Aansluiting bij besluitvorming in bedrijven**

Het is gewenst het onderzoek naar SMP methoden beter aan te laten sluiten bij besluitvormingsprocessen waar overheid en marktpartijen op kunnen aangrijpen. Daarom is er meer onderzoek nodig op het grensvlak van gemengd economisch-fysische modellen en sociaal-economische analyses van het gedrag van bedrijven, sectoren en productienetwerken. Methoden die niet of slecht aansluiten bij de sociaal-economische realiteit zullen op termijn alleen maar een averechts effect hebben. Kortom, we moeten oog hebben voor de sociaal-economische werkelijkheid van besluitvorming over SMP op verschillende maatschappelijke niveaus en we moeten aansluiten op reële ‘vervulde’ besluitvormingssituaties zoals die in de werkelijkheid dominant zijn.

#### **4.2. De rol van technologie**

De veranderingen in SMP stromen zullen grotendeels te maken moeten hebben met andere transformaties van stofomzettingen en materiaalfabricage en een andere inrichting van systemen. ‘Andere transformaties’ betekenen in de visie van bijna alle betrokkenen andere proces- en producttechnologie. Eén van de zwakke plekken van de hiervoor geschetste methoden is echter juist de integratie tussen modelbouw en theorie over technologische verandering. Er bestaat weinig inzicht in andere dan de milieubelastings- en kostencomponenten van bestaande technologie en we zijn slecht in het voorspellen van toegevoegde effecten in het gekoppelde sociaal-economische systeem. Daarnaast zijn tweede-orde effecten van technologische veranderingen niet goed terug te vinden.

Inzicht in de technologische kern van de productie en de veranderingen daarin is gewenst, evenals inzicht in de wijze waarop de economische en institutionele omgeving dergelijke processen beïnvloedt. Het is de vraag hoe daarin milieu-imperatieven in te bouwen zouden zijn. Is er niet meer te verwachten van vrije concurrentie tussen oplossingen, zowel ketengebonden als niet-ketengebonden, die zou dwingen tot nauw omschreven evoluerende randvoorwaarden zonder oplossingsvoorschriften, dan van de voor de hand liggende technologiebevorderende maatregelen?

#### **4.3. De consequenties van systeemheuristieken voor technologische vernieuwing als gevolg van sociale en economische processen**

Er is weinig aandacht voor de kwetsbaarheid van het type sterk gekoppelde systemen dat op regionaal en sectoraal niveau wordt gepropageerd. Uit de literatuur over bijvoorbeeld kernenergie en haar inbedding in de samenleving is bekend hoe een tunnelvisie en sterke koppeling tussen actoren kan leiden tot onbeheersbare systemen. Dergelijke crisissen zouden ook wel eens kunnen gaan optreden in veel nauwer gekoppelde productie- en consumptiesystemen, zoals in het geïntegreerde ‘industriële ecosysteem’ dat in Kalundborg, Denemarken is ontwikkeld.

Begrippen die bruikbaar zijn voor een dergelijke analyse zijn wel ontwikkeld buiten het terrein van de milieukunde, maar er wordt slechts spaarzaam onderzoek aan gedaan. Een

betere afstemming zou onder meer kunnen impliceren dat begrippen uit de technologiedynamica (die aansluiten op de aard van SMP denken) verder ontwikkeld worden. Daarbij is er behoefte aan begrippen die zowel een sociaal-economische betekenis hebben en realistisch zijn binnen dat domein, als betekenis hebben voor SPM. Een voorbeeld van dergelijk werk is te vinden in onderzoek bij de Afdeling Technology Assessment van de TU Delft, waar de aard van het technische systeem, inflexibiliteit van technologische verandering en multifunctionaliteit (d.i. passend binnen verschillende materiaalstroomopties) van technologische oplossingen als begrippen worden gehanteerd. Om werkelijk meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden om SPM te sturen zou meer aandacht aan dergelijk verbindende thema's moeten worden besteed.

## 5. Conclusies

Integraal ketenbeheer is als overkoepelende term ingevoerd in het NMP. Het heeft onderzoek en een aantal praktische acties op gang gebracht. Het begrippenkader rond SMP analyse gaat echter veel verder terug dan het NMP. Zo zijn zowel een modelmatige benadering op maatschappelijk niveau als een uitwerking in milieuanalyse van industriële systemen gebaseerd op massabalansen.

De overlap tussen de beide in de eerste paragraaf geschetste benaderingen wordt gevormd door een begrippenkader ontleend aan het holistisch denken en de analogie redenering met ecologische systemen. Stof-materiaal-productstroom modellen sluiten hier op macroniveau op aan, maar vertonen lacunes met betrekking tot de sociaal en economisch gestructureerde beslissingsruimte van actoren. Eco-efficiency benaderingen van besluitvorming vertonen verwantschap in denken en lijken het meest aan te sluiten op de praktijk, maar de verwarring met de terminologie van de macro-SMP modellen vermindert de mogelijkheden voor het opbouwen van nieuwe methoden die beter aansluiten bij besluitvormingsmomenten in de industrie en laten een groot spectrum aan ander SMP relevant onderzoek buiten beschouwing. Materiaalstroom representaties sluiten moeizaam aan op de besluitvormingspraktijk en lijken nog teveel aan te sluiten op een centrale besluitvorming. Richtingen voor verder onderzoek zouden inzicht in de organisatie van economische sectoren en de wijze waarop besluitvorming daarbinnen plaats vindt centraal moeten stellen. Industriële besluitvormingsperspectieven en technologiedynamica geven voorbeelden voor relevante uitbreiding van milieukundig SMP onderzoek.

## Literatuur

- Berkhout, F. (1996). "Life cycle assessment and innovation in larger firms", *Business Strategy and the Environment* Vol.5, pp.145-155.
- Crul, M.R.M. (1996). "Improving coherent innovation R&D aimed at stimulating environmental product development by industry", *Abstracts Global Restructuring: A Place for Ecology. 5th International Research Conference of the Greening of Industry Network*, Heidelberg, 24-27 november.

- Frosch, R. (1995). "The industrial ecology of the 21st century" *Scientific American*, pp.144-147 (september).
- Groene, J. de en M.R.J. Hermans (1996). "Bedrijfseconomische implicaties van het sluiten van stofkringlopen: een analyse vanuit een bedrijf", *Milieu* Vol.11, No.3, pp.112-122
- Kneese, A.V., R.U. Ayres en R.C. D'Arge (1970). *Economics and the Environment. A Materials Balance Approach*, Resources for the Future, Washington D.C.
- Landis Gabel, H., P.M. Weaver, J.M. Bloemhof Ruwaard en L.N. van Wassenhove (1996). "Life cycle analysis and policy options: the case of the European pulp and paper industry", *Business Strategy and the Environment* Vol.5, pp.156-167.
- Man, R. de (1996). *Abstracts Global Restructuring: A Place for Ecology. 5th International research Conference of the Greening of Industry Network*, Heidelberg, 24-27 november.

## ERVARINGEN VAN HET NWO-METALENPROGRAMMA MET SOCIAAL-ECONOMISCHE STURING VAN PRODUCT- EN MATERIAALSTROMEN

Jeroen Guinée en Patricia Kandelaars

### 1. Inleiding

Eind 1993 is het onderzoekprogramma “*Accumulatie van metalen in economie-milieu kringlopen: mechanismen, risico’s en mogelijkheden tot beheersing*” (kortweg “*Metalenprogramma*”) van start gegaan. Het Metalenprogramma heeft een looptijd van vijf jaar en wordt gefinancierd door NWO in het kader van het Prioriteitsprogramma “*Duurzaamheid en Milieukwaliteit*” (PPDEM). Uit PPDEM worden nog twee breed opgezette onderzoeksprogramma’s gefinancierd, te weten HOMES (RU Groningen) over strategieën voor een duurzaam huishoudelijk metabolisme en RIVERS (TU Delft) over strategieën voor het bereiken van duurzaamheid en milieukwaliteit in stroomgebieden van internationale rivieren.

Het Metalenprogramma past binnen het concept “Industrieel Metabolisme” (Ayres, 1989). Industrieel Metabolisme is een *metafoor* die gebruikt wordt om te benadrukken dat de huidige industriële samenleving materialen consumeert en produceert op een bijna analoge manier als biologische organismen voedsel verteren en daarbij energie en bouwstoffen voor celgroei produceren, en afval genereren. Biologische organismen leven in duurzaam evenwicht met hun omgeving, aangezien zij voedsel consumeren en omzetten in afval dat bijna zonder verspilling weer omgezet wordt in voedsel.

Onze huidige industriële maatschappij is over het algemeen ver verwijderd van een dergelijk duurzaam evenwicht. Metalen vormen hier een voorbeeld van. Hoewel emissies van zware metalen naar water en lucht de laatste decennia sterk teruggebracht zijn door “end-of-pipe” maatregelen, zijn de intentionele en niet-intentionele winning, de verwerking en het gebruik van metalen niet substantieel teruggebracht. In hoeverre deze specifieke emissiereducties slechts een verschuiving van de problematiek naar de bodem zijn, is moeilijk te achterhalen. Als dit niet of slechts deels het geval is, betekenen deze ontwikkelingen dat er mogelijk grootschalige accumulatie van metalen in de economie (producten) en in economie-milieu kringlopen (ook wel aangeduid met de term “closed

loop accumulation”)<sup>1</sup> plaatsvindt met alle daaraan verbonden milieurisico's tengevolge van in de toekomst te verwachten emissies.

De centrale doelstelling van het Metalenprogramma is een beeld te krijgen van de mate van instroom en accumulatie, de risico's die hiermee samenhangen, de mechanismen erachter, de mogelijkheden tot duurzame beheersing van de metalenstromen en -accumulaties en de consequenties daarvan voor maatschappij en milieu. Vijf metalen staan centraal bij de uitwerking van deze doelstelling: cadmium, lood, koper, zink en aluminium. Er zijn vijf deelprojecten geformuleerd, waarbij drie promoties beoogd worden. De deelprojecten omvatten drie algemene projecten en twee case-studies:

1. de ontwikkeling van een algemeen stofstromenmodel en bijbehorende database aan het Instituut voor Milieuvraagstukken van de VU-Amsterdam,
2. de economische modellering van Materiaal-Product ketens (zgn. MCP's) bij de vakgroep Ruimtelijke Economie van de VU-Amsterdam,
3. sleutelfactoren voor een duurzaam beheer van metalen, uitgevoerd bij het Centrum voor Milieukunde van de RU-Leiden,
4. een case-studie over stromen en accumulaties van non-ferro metalen in de woningbouwsector, uitgevoerd aan de Interfacultaire Vakgroep Milieukunde van de Universiteit van Amsterdam.
5. een case-studie over metalenstromen en -accumulaties in de landbouw bij de Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding van de LU-Wageningen.

Daarnaast is een coördinator aangesteld. De projecten 1, 4 en 5 zijn in november 1993 gestart, projekt 2 in februari 1994 en projekt 3 in oktober 1994 (c.f. Guinée, 1995). Het bijzondere van het Metalenprogramma is zijn integrale opzet in vraagstelling en betrokken wetenschappelijk disciplines. Er is sprake van een brede interuniversitaire samenwerking.

## **2. Doelstelling**

De doelstelling van het Metalenprogramma, en van stofstromenonderzoek in het algemeen, is beleidsinstanties op overheidsniveau te voorzien van informatie middels het opstellen en doorrekenen van een aantal scenario's in zowel economische als milieutermen. Daarvoor zijn tenminste drie stappen nodig:

- a. een analyse van metaalstromen en -accumulaties in materialen en producten en de daaraan gerelateerde milieuproblemen voor een bepaald gebied (i.c. Nederland als geheel, de landbouw in Nederland en de bouwsector in Nederland);
- b. het formuleren van mogelijke maatregelen, in technische zin en in beleidstermen (middels instrumenten) voor het reduceren van aan metalen gerelateerde milieuproblemen;
- c. het voorspellen en evalueren van economische en milieueffecten van deze maatregelen op verschillende tijdstermijnen.

---

<sup>1</sup> Met deze term wordt bedoeld dat het sluiten van ketens in sommige gevallen het neveneffect kan hebben dat deze een steeds hoger gehalte aan metalen gaan bevatten, bijvoorbeeld de mogelijke ophoping van metalen in de kringloop landbouwproducten <-> GFT.

Hieronder worden deze drie stappen kort doorlopen binnen het kader van het Metalenprogramma en wordt nagegaan welke resultaten het Metalenprogramma reeds geleverd heeft of naar verwachting nog zal leveren, en welke open onderzoeksvragen er nog zijn. Daarbij wordt nagegaan in hoeverre in het Metalenprogramma deze stappen in verschillende typen scenario's meegenomen dan wel weggelaten worden.

### 3. Probleemanalyse

Tot nu toe is aan de analyse van stofstromen en accumulaties van de genoemde metalen in Nederland de meeste aandacht besteed. Daarbij is de methodiek van de Stofstroomanalyse (in Engels: Substance Flow Analysis (SFA) of Material Flow Analysis (MFA)). SFA is er op gericht om relevante informatie te geven over de stromen, voorraden en accumulaties van een specifieke stof of van een beperkte groep van stoffen (bijvoorbeeld chloorverbindingen) in een bepaalde regio ten behoeve van het ontwikkelen van beheersstrategieën voor die stof(fen) in die regio. Om dit te kunnen doen worden alle stromen van de betreffende stof(fen) in, uit en door de economie en het milieu van een geografisch bepaald systeem (bijv. Nederland) integraal gekwantificeerd lopend via activiteiten. Op deze manier kunnen stofgerelateerde problemen en hun achtergronden door de gehele levenscyclus van die stof opgespoord worden en kan de effectiviteit en eventuele neveneffecten van gegeven en mogelijke beleidsmaatregelen worden doorgerekend (c.f. Van der Voet, 1996).

Om de verzameling en structurering van de voor een SFA benodigde gegevens en berekeningen te ondersteunen, is het computerprogramma FLUX ontwikkeld (Olsthoorn & Boelens, 1995; Boelens & Olsthoorn, 1996). FLUX bestaat uit een database van stromen, voorraden en accumulaties van metalen in Nederland. Het geeft de gebruiker de mogelijkheid om de achterliggende bronnen op te sporen en gegevens te selecteren, aggregeren en door te rekenen. Op dit moment kunnen alleen statische analyses worden uitgevoerd; aan dynamisering wordt nog gewerkt. Met de database en het model kunnen de fysieke stromen en accumulaties van metalen, en eigenlijk van stoffen en materialen in het algemeen (ook hout bijvoorbeeld), in onderlinge relatie kwantitatief in kaart worden gebracht.

Tot nu toe concentreerde FLUX zich op het in kaart brengen van fysieke stofstromen door de economie tot aan de instromen naar (emissies, grensoverschrijdende vervuiling) en uitstromen uit (onttrekking, grensoverschrijdende vervuiling) uit het milieu. Accumulatie in het milieu kon worden geschat door op dezelfde manier als voor de economie een massabalans over de in- en uitstromen naar het milieu op te stellen en het verschil toe te schrijven aan accumulatie. Waar die accumulatie precies plaatsvindt, kon niet worden bepaald omdat verspreiding van de stoffen door de verschillende milieucapartimenten niet was gemodelleerd. Momenteel wordt FLUX gekoppeld aan een zogenaamd generiek multimedia Mackay model (level III en wellicht ook IV), zoals dat door het RIVM is uitgewerkt in het model SIMPLEBOX (van de Meent, 1993).

Verder zijn er indicatoren ontwikkeld voor de interpretatie van het overzicht van fysieke stromen en accumulaties waarin een SFA resulteert (Van der Voet, 1996; Van der Voet *et al.*, 1996). Voorbeelden van dergelijke indicatoren zijn de PEC/PNEC (Predicted Environmental Concentration/Predicted No Effect Concentration) ratio, de accumulatie van metalen in de economie en in het milieu, de technische efficiëntie van economische processen in het betreffende gebied en de vervuilingsexport indicator. Deze indicatoren zullen voorzover mogelijk ook in FLUX worden geïmplementeerd.

De gegevens in de database van FLUX zijn grotendeels gebaseerd op het werk van Annema *et al.* (1995). De ontwikkeling en het testen van het model zijn nog niet zover dat hier gemeld kan worden of de resultaten van FLUX nog nieuwe inzichten zullen opleveren ten opzichte van het werk van Annema *et al.*

In de twee case-studies is aandacht besteed aan de analyse van de stromen en accumulaties van de genoemde metalen in de landbouw en de woningbouw. De cases zijn heel verschillend opgezet qua invalshoek. Zo wordt in de landbouwcase gestart vanuit de metalen flows naar de agrarische bodem en wordt gedetailleerd gekeken hoe deze stromen zich verdelen over verschillende typen bodems, opgenomen worden door gewassen en uitspoelen naar grondwater. Hoe de aan de landbouw gerelateerde stromen van metalen in de economie in elkaar steken wordt niet of nauwelijks onderzocht. Bij de woningbouwcase gaat het eigenlijk precies andersom: de analyse is hier sterk gericht op de stromen en accumulaties door een deel van de economie en veel minder op de stromen en accumulaties in het milieu. De reden achter deze verschillen is natuurlijk dat de stromen in de landbouw zeer direkt gekoppeld zijn aan aspecten van de menselijke gezondheid en het daarom des te belangrijker is aandacht te schenken aan het milieudeel.

Dat de milieuproblemen veroorzaakt door de genoemde metalen in de toekomst niet vanzelf opgelost zullen worden, en dat het huidige beleid daarin ook tekort zal schieten, is tot nu toe met name in de landbouw case aangetoond. Voor bijvoorbeeld cadmium zal, zonder aanvullende maatregelen, op alle bedrijfstypen die onderzocht zijn op termijn (korter of langer) de Nederlandse streefwaarde voor het totale bodemgehalte overschreden worden. Alleen via een gecombineerde reductie van de instroom van cadmium via meststoffen en atmosferische depositie kan een duurzame evenwichtssituatie bereikt worden, d.w.z. dat de gehalten in bodem, gewassen, grondwater en dus ook in voeding onder de kritische waarden zullen blijven (Moolenaar *et al.*, 1995 en 1996).

In de woningbouwcase zijn de eerste resultaten ook geproduceerd (Fraanje & Verkuijlen, 1996). Het is nog te vroeg om precieze resultaten hier te melden, maar de te verwachten typische kenmerken van de bouw waarin grote hoeveelheden materialen, met een lange levensduur en de daarbij horende lange omlopen, worden teruggevonden in de metaalstromen, accumulaties en voorraden. De verhouding tussen de voorraad en de accumulatie van de genoemde metalen in de woningbouwsector varieert van een factor 6 (aluminium) tot een factor 250 (lood). Lood is een metaal dat van oudsher wordt toegepast

in de woningbouw en waarvan een grote voorraad is opgebouwd in de loop der jaren (ca. 750 kton). Aluminium is een metaal in opkomst wat de woningbouw betreft en daarvan is de opgebouwde voorraad nog niet zo groot (60 kton) maar de relatieve accumulatie aanzienlijk (10 kton in 1990).

#### **4. Maatregelen formuleren**

Het uiteindelijk doel van het Metalenprogramma is een of meerdere duurzame beheersstrategieën voor Nederland te formuleren, die aangrijpen op het gedrag van producenten en consumenten in relatie tot stromen van de genoemde metalen en dit in een aantal duurzame beheersscenario's voor de genoemde metalen te vertalen. Daarvoor was gepland om een inventarisatie en prioritering te maken van mogelijk effectieve juridische en financiële instrumenten om deze metaalstromen te beheersen. Uiteindelijk is aan deze stap niet toegekomen omdat eerst gepoogd is de economische en milieuevaluatie van de scenario's modelmatig te onderbouwen. Daar zijn wetenschappelijk problemen bij ontstaan die tot een herformulering van deelproject 3 hebben geleid, waarin deze stap slechts in zeer beperkte omvang zal worden gemaakt (provisionele maatregelen en scenario's). Wel kan FLUX in de nabije toekomst gebruikt worden om een aantal analyses te maken die voor het formuleren van maatregelen zeer nuttig kunnen zijn, bijvoorbeeld een herkomstanalyse waarbij de ultieme bronnen van de verschillende stromen en accumulaties in termen van primaire productie, import en grensoverschrijdende vervuiling worden achterhaald.

Op microniveau heeft het formuleren van maatregelen aandacht gekregen als onderdeel van een exercitie om economische en milieuaspecten geïntegreerd te evalueren op het niveau van concrete productmarkten die een belangrijk aandeel van een stofstroom - hoewel niet de gehele stofstroom op een geïntegreerde manier - representeren, bijvoorbeeld de zinken dakgoot voor de stofstroom zink.

#### **5. Effectvoorspelling en -evaluatie**

##### *FLUX*

Met FLUX is het mogelijk fysieke veranderingen in technische input- en outputcoëfficiënten van een SFA als scenario door te rekenen, stromen toe te voegen, te aggregeren en te desaggregeren.

##### *Macro*

Zoals reeds opgemerkt, is in het project dat de beheersstrategieën voor Nederland zou ontwerpen, eerst geprobeerd de evaluatie van de economische en milieugevolgen van de te ontwikkelen scenario's modelmatig te onderbouwen. Daarbij is gebleken dat het niet mogelijk is om tegelijkertijd fysieke relaties en gedragsrelaties op een onderling consistente wijze te modelleren. Nader uitgewerkt doet het volgende probleem zich voor. Economische modellen die het gedrag trachten te beschrijven zijn primair op monetaire eenheden gebaseerd. Hierdoor kan op relatief eenvoudige wijze gedrag in termen van vraag- en



aanbodsrelaties worden weergegeven, inclusief substitutie gedrag, en kunnen kwantitatieve relaties tussen verschillende activiteiten worden gelegd. Omdat deze modellen niet in fysieke eenheden zijn gesteld, zijn zij niet geschikt of kunnen slechts in beperkte mate geschikt gemaakt worden om uitspraken te doen over massastromen van stoffen in producten, samenstellingen van afvalstromen en de omvang van optredende emissies. De modellen die dit wel kunnen zijn geformuleerd in fysieke termen. Deze modellen kunnen voor een activiteit (of groep van activiteiten) aangeven hoe de instromen van een stof omgezet worden in uitstromen van die stof.

Slechts in bijzondere gevallen is een eenduidige koppeling mogelijk tussen de monetaire en de fysieke beschrijving, dat is waar de zuivere stof tegelijkertijd het verhandelde product is. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij metallisch aluminium, koper, cadmium, zink en lood (hoewel zeer zuivere metalen juist zeer veel duurder zullen zijn dan iets minder zuivere legeringen). Voor stofstromen in productvorm (koperlegering als waterleiding), als onderdeel van een product (cadmium in een batterij) of als ongewenste verontreiniging in producten en afvalstromen (zink in rioolslib) ontbreekt een dergelijke directe relatie in elk geval.

De kern van deze problemen is dat in de wereld van de huidige primair in monetaire eenheden geformuleerde modellen van de economie niet expliciet met de wet van behoud van massa rekening wordt gehouden, terwijl in de wereld van de fysiek geformuleerde modellen van de economie reëel te verwachten gedragsaanpassingen niet voorkomen en hypothetische gedragsveranderingen juist wel in de modellen zijn opgenomen. Op het gebied van het stoffenbeleid en de daartoe benodigde modellering overlappen deze beide werelden.

Dit alles heeft tot een herformulering - het zoeken van een zo goed mogelijke oplossing voor het probleem van de onderling inconsistente werelden - van het betreffende deelproject geleid waarover de besluitvorming thans nog niet afgerond is.

### *Micro*

Een koppeling van deze werelden is op micro-niveau, op het niveau van concrete productmarkten, wel mogelijk. Daartoe is in het kader van het Metalenprogramma de Materiaal-Product (M-P) keten benadering uitgewerkt. Een M-P keten bestaat uit een aantal gekoppelde materiaal- en productstromen die een systeem vormen dat een bepaalde dienst kan verlenen (Opschoor, 1994). Door het samenvoegen van materiaal- en productstromen kunnen economische productieprocessen, kosten, prijzen en de vraag naar producten en materialen gezamenlijk geanalyseerd worden. Bij het analyseren wordt gekeken naar de keten van extractie van grondstoffen, productie, consumptie, hergebruik van materialen en producten en het storten of verbranden van afval. In tegenstelling tot andere stofstroommodelleringen (voor een overzicht zie Kandelaars *et al.*, 1996a) staat bij M-P ketens de vraag naar een service of dienst centraal; deze service kan geleverd worden door verschillende producten. De consument kiest tussen deze producten op basis van o.a.

preferenties en de prijzen. De producten kunnen hergebruikt of nieuw zijn. De producent kiest de materialen waaruit een product bestaat en deze kunnen nieuw of hergebruikt zijn. In een M-P keten analyse is het mogelijk om substitutie te beschouwen tussen producten door consumenten (bijvoorbeeld melk in glazen fles of een kartonverpakking) en materialen door producenten (bijvoorbeeld staal of aluminium in auto's) als gevolg van veranderingen in prijzen, technologie, preferenties, milieu-effecten. In een M-P keten kunnen verschillende milieu-instrumenten, zoals belastingen en subsidies, geanalyseerd worden op hun effecten op de materiaal- en productstromen.

Voor een M-P ketenanalyse is het niet mogelijk alle materiaal- en productstromen mee te nemen en daarvoor is het om praktische redenen nodig om een deelverzameling te nemen. Deze deelverzameling kan gebaseerd zijn op zowel economische als milieukundige aspecten, bijvoorbeeld toxiciteit. Voor een M-P ketenanalyse zijn gegevens of inschattingen nodig over de productie- en transformatieprocessen van de materialen en producten, over de vraag naar de verschillende producten en de kosten van productie, materialen, producten en hergebruik, en over de milieu-effecten van productieprocessen, gebruik en afvalverwerking. Voor de milieu-effecten zijn levenscyclusanalyse-studies (LCA's) zeer bruikbaar<sup>2</sup>. Het is voor een M-P ketenanalyse vanwege de benodigde data en de complexiteit van de modellering niet mogelijk om hele materiaalstromen te analyseren zoals bij MFA/SFA-studies.

M-P ketens kunnen gebruikt worden voor het analyseren van verschillende scenario's met beleidsinstrumenten. Verschillende modellen zijn gebruikt voor M-P ketenanalyse: een statisch optimalisatiemodel, een dynamisch model en een algemeen evenwichtsmodel. Het optimalisatiemodel is toegepast voor dakgoten en het dynamisch model zowel voor dakgoten als kozijnen. Het algemeen evenwichtsmodel is een theoretisch model waarbij naast extractie, productie en consumptie ook hergebruik bekeken wordt (Kandelaars & Van den Bergh, 1996d).

Bij de toepassingen voor dakgoten is gekeken naar de substitutie van zink en pvc, het hergebruik van zink en pvc en de effecten van verschillende heffingen, subsidies en statiegeldregelingen op de verdeling van de vraag over de twee typen dakgoten en op het hergebruik (Fraanje, 1996; Kandelaars *et al.*, 1996b; Kandelaars & Van den Bergh, 1996a). Hierbij zijn de milieu-indicatoren de voorraad zinkerts, de hoeveelheid afval in het milieu en het percentage van de materialen dat hergebruikt wordt. De economische indicatoren zijn de vraag naar dakgoten, de verdelingen over de twee typen dakgoten en de kosten (zie voor een overzicht, Kandelaars & Van den Bergh, 1996b).

Voor de vraag naar kozijnen is een dynamisch model gemaakt waarbij verschillende scenario's worden gesimuleerd (Kandelaars & Van den Bergh, 1996c). Deze simulaties zijn

---

<sup>2</sup> Een M-P keten maakt, indien beschikbaar, gebruik van resultaten van een milieugerichte LCA en vult deze aan met een economische analyse. Deze analyse kan dynamisch zijn. Wanneer LCA resultaten

geen voorspellingen; ze geven inzicht in mogelijke veranderingen. In een dynamisch model kunnen o.a. vertraagde reacties en accumulatie geanalyseerd worden. Om aan de vraag naar kozijnen te kunnen voldoen, kunnen consumenten kiezen tussen vier typen: hardhout, zachthout, pvc en aluminium kozijnen. Deze producten hebben zeer verschillende milieueffecten (Hoefnagels *et al.*, 1992), waardoor de totale milieueffecten voor o.a. verzuring en watervervuiling, mogelijk zijn door verandering van de vraag en meer hergebruik van de materialen. De effecten op zes milieu- en twee economische indicatoren zijn geanalyseerd voor verschillende beleidsinstrumenten. Een van de conclusies is dat sommige instrumenten positieve effecten hebben op zowel het milieu als de gemiddelde kosten van een kozijn voor de consumenten.

Het opschalen naar een meer geaggregeerd niveau is moeilijk voor zware metalen (Zn, Cd, Cu en Pb) omdat zij in de meeste producten slechts in geringe hoeveelheden gebruikt worden. Aluminium wordt wel in grote hoeveelheden gebruikt. Voor zowel de zware metalen als aluminium geldt dat op sectoraal of nationaal niveau de metalenstromen vanuit een economisch oogpunt geanalyseerd kunnen worden. Maar het is daarbij niet meer mogelijk om de effecten van beleidsinstrumenten op consumenten- of producentenniveau te analyseren. Wel kan het mogelijk zijn om naar sectoren of productgroepen te kijken waarbij de vraag, prijzen en de technologie geaggregeerd worden.

In de case-studies woningbouw en landbouw zullen in de komende tijd ook nog eenvoudige scenarioberekeningen worden gemaakt, waarbij alleen veranderingen in de technische coëfficiënten middels veronderstelde recyclings- en substitutieprocessen zullen worden doorgerekend zonder al te veel rekening te houden met gedragsaspecten en economische variabelen. Voorzover mogelijk zullen economische aspecten meegenomen worden via een M-P keten benadering, zoals in het bovengenoemde voorbeeld van de zinken dakgoten.

## 6. Samenvatting: stand van zaken

Zoals eerder geschetst, heeft de probleemanalyse ruime aandacht gekregen in het Metalenprogramma en wordt deze fase momenteel afgerond; het ligt in de bedoeling dit met een gezamenlijk artikel af te sluiten (Guinée *et al.*, 1996). Met de ontwikkeling van FLUX is een integratie van stofstromen in fysieke zin door economie en milieu bereikt. Dit model wordt binnenkort gekoppeld aan een algemeen milieumodel waarmee de verspreiding van stromen en de accumulatie van stoffen in de verschillende milieucompartimenten kan worden geschat. Tevens zijn indicatoren ontwikkeld ten behoeve van de interpretatie van het overzicht van stofstromen door economie en milieu.

Verder zijn er gedetailleerde analyses gemaakt van metaalstromen in de landbouw en de woningbouw in Nederland, die zo mogelijk nog worden opgeschaald tot EU niveau en waarvoor nog een aantal technische scenario's worden opgesteld en doorgerekend.

---

niet beschikbaar zijn, wordt zelfstandig een beperkte milieuanalyse gemaakt; in dat geval is een M-P keten benadering te typeren als een "verkorte" LCA aangevuld met een economische analyse.

Daarnaast is de M-P keten benadering uitgewerkt in een statisch optimalisatiemodel, een dynamisch simulatiemodel en een statisch algemeen evenwichtsmodel. In deze modellen worden verschillende instrumenten met behulp van scenario's geanalyseerd. De resultaten bestaan uit zowel economische als milieukundige indicatoren. Het optimalisatie- en het dynamisch simulatiemodel zijn toegepast voor zowel dakgoten als kozijnen.

Empirische scenarioformulering en doorrekening op macroniveau liggen niet meer in de verwachting. De doelstellingen van het Metalenprogramma zijn op dit punt bijgesteld. Er zal nu vooral gekeken worden naar de haalbaarheid van een integrale modelstructuur voor de sociaal-economische opzet en evaluatie van scenario's voor stofstromen. Een mogelijke oplossing daarbij lijkt een handmatige koppeling van een aantal partiële modellen, waarbij de gedragswetenschappelijke aspecten op een meer kwalitatieve manier zullen worden ingebracht.

## **7. Algemene conclusie met betrekking tot sociaal-economische modellering in het metalenprogramma**

Economie en milieuwetenschappen zijn voor een doelmatig milieubeleid tot elkaar veroordeeld. Het simpelweg verbieden van toepassingen van milieutoxische metalen levert helaas niet altijd het gewenste resultaat. Met een klein beetje economie, zoals in het bekende cadmiumvoorbeeld<sup>3</sup>, kan een verbod soms averechts blijken uit te werken. Het is een mooi streven om monetaire en fysieke aspecten van stofstromen door economie en milieu geïntegreerd te willen meenemen in scenario analyses. Op microniveau gekoppeld aan specifieke productmarkten blijkt dit goed mogelijk zoals de M-P keten benadering laat zien. Met de M-P keten benadering wordt echter niet de gehele stofstroom door economie en milieu van een geografisch afgebakend gebied op een integrale wijze in beschouwing genomen. Op macroniveau, voor de gehele stofstroom door een geografisch afgebakend gebied met al zijn producttoepassingen, blijkt koppeling vooralsnog ook niet zo eenvoudig. Daar liggen dan ook zeer interessante wetenschappelijke uitdagingen, waarbij één van de vragen zal zijn in hoeverre de M-P keten benadering, in één of andere vorm, op dit macroniveau toch nog een rol kan spelen.

---

<sup>3</sup> Cadmium is een metaal dat niet als zelfstandig metaalerts voorkomt maar alleen als bijproduct in andere ertsen, zoals zinkerts en fosfaaterts. Het heeft daarmee een inelastisch aanbod. Cadmium komt als niet-intentioneel metaal op grote schaal voor in zinken dakgoten en andere zinktoepassingen, en daarnaast wordt cadmium intentioneel toegepast in bijvoorbeeld oplaadbare batterijen (NiCad batterijen). Door geconcentreerde toepassingen van cadmium die gecontroleerd en geconcentreerd ingezameld kunnen worden en een geconcentreerde afvalbehandeling kunnen ondergaan (bijvoorbeeld de bierkratjes) te verbieden, zal de prijs van cadmium dalen en zal uit fosfaat- en zinkerts minder cadmium zelfstandig worden gewonnen en meer als niet-intentionele stroom meegaan met kunstmest en zinktoepassingen. Dit zal leiden tot meer diffuse emissies naar milieu, die zoals de landbouwcase al aangetoond heeft, tot grootschalige overschrijding van kritische waarden zal kunnen leiden. Beter lijkt het dus om een aantal goed te controleren toepassingen toe te laten en het ingezamelde afval op verantwoorde wijze op te slaan, of door recycling en substitutie een afname van het gebruik van primair zink te bewerkstelligen (Van der Voet *et al.* 1992).

## Literatuur

- Annema, J.A., E.M. Paardekooper, H. Booij, L.F.C.M. van Oers, E. van der Voet & P.A.A. Mulder (1995). *Stofstroomanalyse van zes zware metalen - Gevolgen van autonome ontwikkelingen en maatregelen*. Rapport 601014010, RIVM/CML, Bilthoven/Leiden.
- Ayres, R.U. (1989). 'Industrial Metabolism'. In: J.H. Ausubel & H.E. Sladovich (eds.): *Technology and Environment*. National Academy Press, Washington D.C.: 23-49.
- Boelens, J. & A.A. Olsthoorn (1996). *FLUX, a calculation and information system for substance flows through economy and environment*. CONCEPT.
- Fraanje, P. & E. Verkuijlen (1996). *Balansen van non-ferro metalen in de Nederlandse woningbouw in 1990*. IVAM, Amsterdam, CONCEPT.
- Guinée, J.B. (1995). *NWO-Metalenprogramma: voorbeeld project voor SENSE*. Common SENSE, jaargang 1, nummer 1 juli 1995, pp. 4-5.
- Guinée, J.B., J.C.J.M. van den Bergh, J. Boelens, P.J. Fraanje, G. Huppes, P.P.A.A.H. Kandelaars, Th. M. Lexmond, S.W. Moolenaar, A.A. Olsthoorn, E. Verkuijlen & E. van der Voet (1996). *Evaluation of risks of metal flows and accumulations in economy and environment*. CONCEPT.
- Hoefnagels, F.E.T., J.G.M. Kortman & E.W. Lindeijer (1992). *Minimalisering van de milieubelasting van buitenkozijnen in de woningbouw*. IVAM onderzoeksreeks nr. 54, Amsterdam.
- Kandelaars, P.P.A.A.H., M.H. Jansen & A.J.D. Lambert (1996a). *Survey of methods of materials and product flow analysis*. Tinbergen Institute Discussion Paper 96-124/5, Amsterdam.
- Kandelaars, P.P.A.A.H. & J.C.J.M. van den Bergh (1996a). *Materials-product chains: theory and application to zinc and pvc gutters*. Environmental and Resource Economics, Vol. 8:97-118.
- Kandelaars, P.P.A.A.H., J.B. Opschoor & J.C.J.M. van den Bergh (1996b). *A dynamic simulation model for materials-product chains: An application to gutters*. Journal of Environmental Systems, Vol. 24 (4), 345-371.
- Kandelaars, P.P.A.A.H. & J.C.J.M. van den Bergh (1996b). *Economische beleidsanalyse van materiaal-product ketens toegepast op de zinkproblematiek en dakgoten*. Milieu, Vol. 4: 178-186.
- Kandelaars, P.P.A.A.H. & J.C.J.M. van den Bergh (1996c). *Materials-product chain analysis of window frames*. Accepted for publication in Ecological Economics.
- Kandelaars, P.P.A.A.H. & J.C.J.M. van den Bergh (1996d). *A general equilibrium comparison of materials-product chain policies*. Mimeo.
- Meent, D. van de (1993). *Simplebox: a generic multimedia fate evaluation model*. Report 672720001. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, The Netherlands.
- Moolenaar, S.W., P. Hatziotis & Th.M. Lexmond (1995). *Aspects of cadmium accumulation in agriculture*. Paper presented at the OECD workshop on cadmium, Stockholm, 16-20 October 1995.

- Moolenaar, S.W., S.E.A.T.M. van der Zee & Th.M. Lexmond (1996). *Indicators for sustainable heavy metal management in agro-ecosystems*. CONCEPT.
- Olsthoorn, A.A. & J. Boelens (1995). *Naar een reken- en informatiesysteem stofstromen (RIS)*. Milieu 1995/3, pp. 141-146.
- Opschoor, J.B. (1994). *Chain management in environmental policy: analytical and evaluative concepts*. In: Opschoor, J.B. & R.K. Turner (eds) (1994). *Economic incentives and environmental policies*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 197-227.
- Voet, E. van der, R. Kleijn, G. Huppes & H.A. Udo de Haes (1992). *Cadmium recycling: for better or worse?* Paper for the 2nd meeting of the ISEE on the subject of Investing in Natural Capital, 3-6 August 1992, Stockholm.
- Voet, E. van der (1996). *Substances from cradle to grave; development of a methodology for the analysis of substance flows through the economy and the environment of a region - with case studies on cadmium and nitrogen compounds*. Ph.D. Dissertation, Leiden.
- Voet, E. van der, J.B. Guinée & H.A. Udo de Haes (1996). *Studying substance flows in the economy and environment of a region part III: the evaluation of the overview of flows and stocks*. CONCEPT.

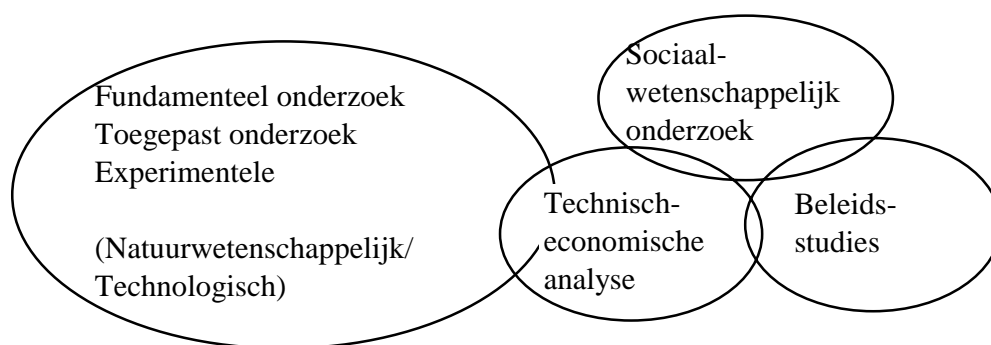
# ANALYSE VAN ENERGIESTROMEN EN ENERGIE-EFFICIENCYVERBETERING

Kornelis Blok en Jeroen de Beer

## 1. Inleiding

De energievoorziening draagt in belangrijke mate bij tot een groot aantal milieuproblemen, zoals uitputting van abiotische grondstoffen, het versterkte broeikaseffect en verzuring. Onderzoek naar de omvang van deze effecten, de ontwikkelingen die de omvang van deze effecten beïnvloeden en onderzoek naar de mogelijkheden om de milieu-effecten te reduceren, is dan ook belangrijk. Het doel van dit verslag is een overzicht te geven van dit type onderzoek en de verdere onderzoeksbehoeften. Hierbij beperk ik mij tot de technisch-economische analyse (zie figuur 1) van energiesystemen en emissiereductiemogelijkheden (met enige nadruk op het onderzoek naar energiebesparing zoals dit binnen onze vakgroep wordt uitgevoerd).

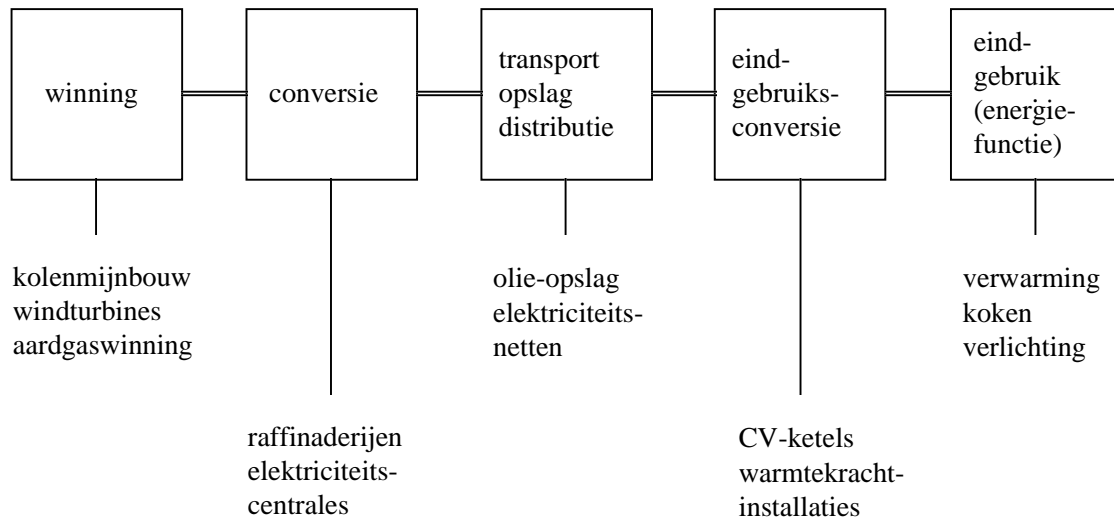
In dit verslag wordt allereerst ingegaan op het energiesysteem zelf. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van het onderzoek naar energiebesparing, zowel voor de korte als de lange termijn. Een breder overzicht van de behoefte aan onderzoek op energiegebied wordt gegeven door een adviescommissie (VCE, 1996) en in een rapport voor de Europese Commissie (Blok e.a., 1995).



Figuur 1. Plaats van de technisch-economische analyse binnen het totale onderzoeksveld op het gebied van de analyse van materiaal- en productstromen.

## 2. Het energievoorzieningssysteem

In figuur 2 wordt een schematische weergave gegeven van een energieketen. In elke fase van deze keten kunnen onttrekkingen aan milieuvorraden of emissies naar het milieu optreden.



Figuur 2. Schematische weergave van één keten binnen een energievoorzieningssysteem. Beneden in de figuur zijn verschillende voorbeelden van elk van de ketenonderdelen gegeven.

Het energievoorzieningssysteem onderscheidt zich op een aantal belangrijke punten van systemen van (andere) materiaalstromen.

- De ketens zijn in het algemeen zeer vertakt; vrijwel alle menselijke activiteiten gaan gepaard met energiegebruik.
- De ketens lopen in het algemeen in één richting, dat wil zeggen dat er maar weinig terugkoppelingen in zitten. Ook de onderlinge beïnvloeding van de ketens is relatief beperkt.

Er is veel informatie betreffende de omvang van energiestromen. Voor de eerste drie onderdelen van bovengenoemde keten, tot en met de aflevering aan de eindverbruiker, is er een lange statistische traditie. Ook over het eindverbruik, onderscheiden naar de diverse functies is, op basis van eenmalige studies, relatief veel bekend. Toch zijn er nog wel bepaalde omissies, zoals:

- Een structurele informatievoorziening over de diverse eindverbruikstoepassingen; hierdoor is het niet altijd goed mogelijk om trends te analyseren.
- Informatie over bepaalde categorieën, bijv. de dienstensector; dit beperkt de mogelijkheden om goede analyses van bijv. het energiebesparingspotentieel voor deze categorieën te maken.
- Informatie over korte-termijn tijdpatronen van het verbruik (bijv. de warmtevraag op uurbasis). Dit vormt een beperking bij de analyse van de mogelijkheden van bepaalde opties, zoals warmtekrachtkoppeling en warmtepompen.

Onderzoek naar de determinanten van het energiegebruik is belangrijk. Hierin heeft met name het werk van Schipper en zijn groep (zie bijv. Schipper en Meyers, 1992) een belangrijke rol gespeeld. Voor Nederland is binnen onze vakgroep onderzoek gedaan (Farla e.a., 1994). Het onderzoek richt zich in het algemeen op het uiteenrafelen van de effecten van volume, structuur en energie-efficiency. Een belangrijke toevoeging aan dit onderzoek is nog het verklaren van de waargenomen energie-efficiency-ontwikkeling aan het investeringsgedrag van bedrijven.



### 3. Onderzoek naar energiebesparing: het ICARUS-Project

In vrijwel alle strategieën gericht op het beperken van emissies door de energievoorziening speelt het efficiënter gebruik van energie (verder ook aangeduid als energiebesparing) een belangrijke rol. Het aantal technologieën dat kan worden ingezet voor energiebesparing is zeer groot; een taxonomie wordt gegeven in tabel 1. Binnen de verschillende soorten kunnen de technologieën weer op verschillende wijze en met verschillende intensiteit worden ingezet, waardoor het totaalbeeld zeer onoverzichtelijk wordt.

Het sinds 1988 lopende ICARUS-project is opgezet om de kennis die aanwezig is over energiebesparing te structureren, overzicht te verkrijgen over de technische en economische mogelijkheden en tevens als basis te dienen voor verder onderzoek. De kern wordt gevormd door een database met een karakterisatie van energiebesparingsopties. ICARUS bevat nu informatie over 400 sector/optie-combinaties (De Beer *et al.*, 1994). Het totaal beoogt een volledig beeld te geven van de mogelijkheden voor het jaar 2000 en een indicatie van de mogelijkheden voor het jaar 2015 (zie voor het laatste ook onderdeel 4).

De volgende informatie is in ICARUS per sector/optie-combinatie opgenomen:

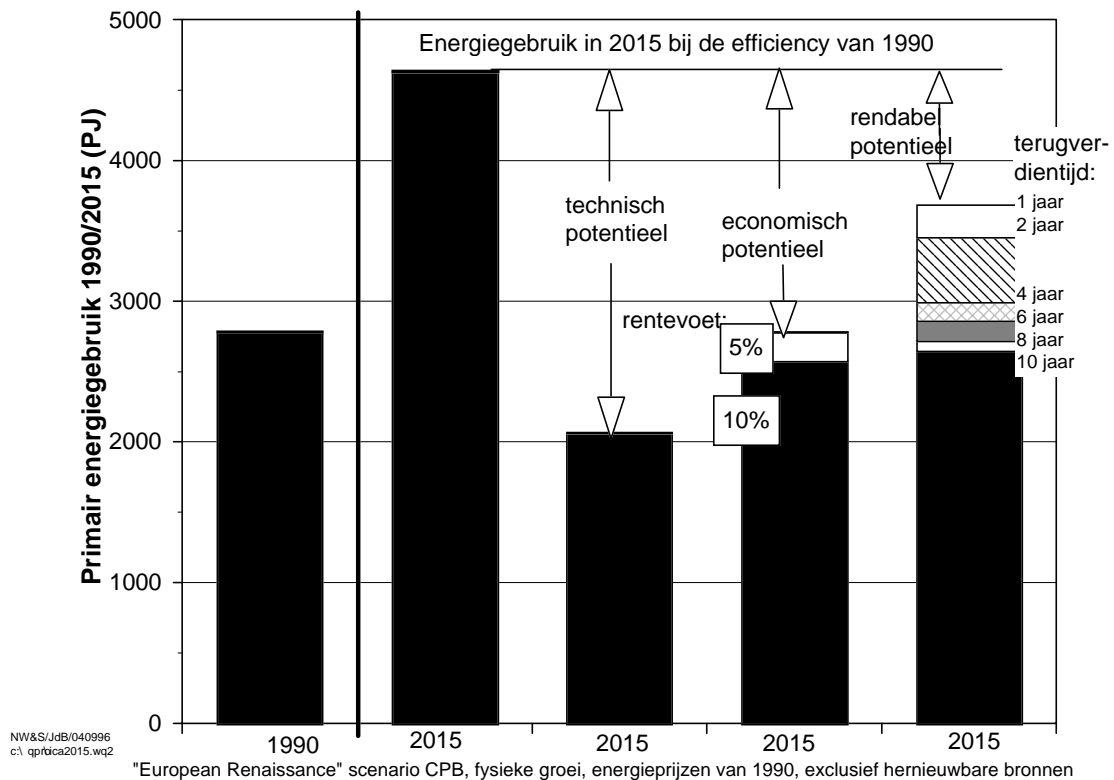
- de naam van de maatregel;
- de economische sector waarvoor de optie geldt;
- of de maatregel brandstof of elektriciteit bespaart;
- het deel van het brandstof- of elektriciteitsverbruik in de sector waarop de maatregel invloed heeft;
- het deel van het betreffende brandstof- of elektriciteitsverbruik dat door toepassing van de techniek bespaart kan worden;
- de mate waarin besparing op brandstof leidt tot meer elektriciteitsverbruik en omgekeerd;
- de investering die voor de introductie van optie nodig is;
- de onderhouds- en bedieningskosten;
- de gemiddelde levensduur van de apparatuur die bij de optie hoort.

De informatie wordt op een gestructureerde manier verzameld uit diverse bronnen (Blok *et al.*, 1993).

Tabel 1. Categorisering van de verschillende energiebesparingsmogelijkheden.

Toepassing	Categorie	Voorbeelden	
Bij het eindgebruik	'Good housekeeping'	Voorkomen van tocht in woningen Verbeteren van gebruikersgedrag (bijv. lichten uitdoen) Voorkomen van het onnodig draaien van machines	
	Beperking verliezen door vaste oppervlakken	Spouwmuurvulling, dak- en vloerisolatie Toepassing van dubbel glas Isolatie van ovens en procesinstallaties Betere isolatie van koelkasten	
	Warmteterugwinning	Warmteterugwinning uit gebouwventilatielucht Warmteterugwinning uit afgewerkte processtromen	
	Verbeterde scheidingsprocessen	Toepassing van meertrapsindampers Verbeterde drogers Toepassing van membraanscheiding	
	Efficiëntere verlichting	Vervanging van gloeilampen door compacte fluorescente lampen Toepassing efficiëntere TL-armaturen in kantoorgebouwen	
	Vermindering van wrijvingsverliezen bij beweging	Verbetering van de aerodynamische vormgeving van auto's Beter ontwerp van luchttransportpijpen in gebouwen Terugwinning van kracht bij expansie van gasstromen	
	Toepassing van geheel nieuwe processen	Toepassing van nieuwe katalysatoren (bijv. voor lagere temperaturen) Toepassing van het membraan-proces voor chloorelektrolyse LCD schermen voor computers	
	Bij energie-omzetting	Efficiënter ketels en fornuizen	Toepassing hoog-rendement-ketel (condenserend) Weersafhankelijke temperatuurregeling Benutting warmte in afgassen procesfornuizen
		Warmte op een hoger kwaliteitsniveau brengen	Toepassing van warmtepompen Toepassing van warmtetransformatoren Mechanische damp-recompressie
		Efficiëntere omzetting van kracht in beweging	Toerenregeling van pompen, ventilatoren en compressoren Betere dimensionering van motoren Toepassing van efficiëntere pompen
Warmtekrachtkoppeling (WKK)		Toepassing van gasturbine met afgassenketel Toepassing van gasmotoren met benutting afvalwarmte Stadsverwarming op basis van STEG-installaties	
Verbetering van omzetters van brandstof in kracht		Verbetering van gasturbines Toepassing van efficiëntere automotoren Toepassing van brandstofcellen	

Het resultaat van een aantal eenvoudige bepalingen, nl. van het technisch potentieel, het economisch potentieel en het bedrijfseconomisch rendabel potentieel is gegeven in figuur 3. Ook is een voorbeeld gegeven van een analyse van de effectiviteit van combinaties van subsidies en heffingen, met behulp van een eenvoudig implementatiemodel.



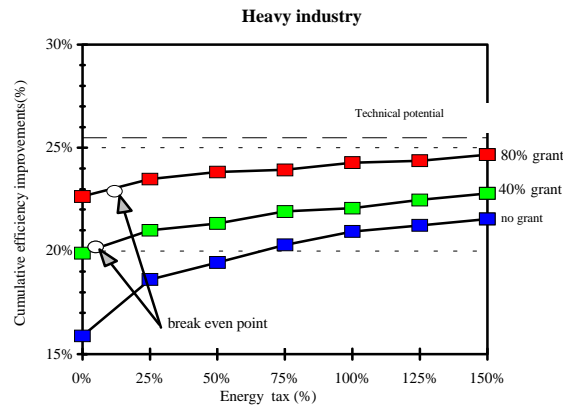
Figuur 3. Energiegebruik in 1990 en in 2015 onder verschillende mate van realisatie van het energiebesparingspotentieel. Frozen efficiency-energiegebruik: er wordt in het geheel geen verbetering van de energie-efficiency gerealiseerd. Technisch potentieel: het totaal aan besparingen door alle in ICARUS opgenomen maatregelen wordt gerealiseerd. Economisch potentieel: idem, maar beperkt tot maatregelen met een positieve netto contante waarde (verdisconteerd over de levensduur). Rendabel potentieel: het potentieel dat aan bepaalde bedrijfseconomische criteria voldoet.

De rol van ICARUS als interface naar verdere studies blijkt te werken. De database wordt vrij algemeen gebruikt bij nationale energiestudies, zoals die door ECN, RIVM en CPB worden uitgevoerd. Ook anderen, zoals energiebedrijven, maken in hun planning gebruik van ICARUS. Daarnaast blijkt ICARUS een nuttige functie te kunnen vervullen bij sociaal-wetenschappelijk onderzoek naar de implementatie van energiebesparing in bedrijven (Velthuis, 1995; Gillissen *et al.*, 1995).

Het gebruik van ICARUS leidt ook tot een terugkoppeling, die weer een rol speelt bij de verdere ontwikkeling. Enkele voorbeelden:

- Er is een belangrijke verschil tussen energiebesparing door aanpassings-investeringen (retrofit) en energiebesparing bij nieuwbouw/vervanging van bedrijfsmiddelen. De ervaringen die zijn opgedaan bij het verdere onderzoek en het gebruik leiden ertoe dat een volgende versie van ICARUS meer vanuit dit onderscheid zal worden opgezet.

- Ook in het buitenland wordt veel gebruik gemaakt van ICARUS, ondanks verschillen in structuur van bedrijfstakken en efficiency van het energiegebruik. Onderzoek dat wordt gedaan om deze verschillen te analyseren (Schipper en Meyers, 1992; Phylipsen e.a., 1996) kan worden gebruikt om een volgende versie zo op te zetten dat de vertaalbaarheid naar situaties in andere landen wordt verbeterd.



Figuur 4. Effect van een combinatie van heffing op de energieprijzen en een subsidie op energiebesparingsinvesteringen voor de zware industrie. De berekeningen zijn gedaan met een eenvoudig implementatiemodel dat realisatie van opties afhankelijk stelt van de terugverdientijd (De Beer e.a., 1996).

#### 4. Energiebesparing op de lange termijn

Met de in ICARUS opgenomen maatregelen zijn de mogelijkheden van energiebesparing nog lang niet uitgeput. Het ligt in de lijn van de verwachting dat op den duur het specifiek energiegebruik, afhankelijk van de sector, met 50 à 90% teruggebracht kan worden (Blok e.a., 1996). Voor het plannen van energie-R&D en voor het maken van lange-termijn energie- en milieuscenario's is het van belang om een beter inzicht te hebben in de technologieën waar het om gaat en in de mogelijke implementatie termijn van deze technieken.

Voor de analyse van de energiebesparingsmogelijkheden op de lange termijn is binnen de vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving een methodiek ontwikkeld die uit drie stappen bestaat (Beer e.a., 1997):

1. Proces- en energie-analyse
2. Inventarisatie van technologieën
3. Technologie-karakterisatie.

In de eerste stap wordt allereerst bepaald om welke energiefunctie het precies gaat (vergelijkbaar met het vaststellen van de functionele eenheid in levenscyclusanalyse). Vervolgens wordt onderzocht hoe deze energiefunctie met de nu gangbare processen wordt ingevuld en welke energieverliezen daarbij optreden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van gangbare analysetechnieken, zoals exergie-analyse.

In de tweede stap wordt nagegaan welke technieken zoal beschikbaar zijn of kunnen komen om de in de eerste stap vastgestelde verliezen te beperken. Het kan daarbij gaan om kleine verbeteringen aan de ene kant en compleet nieuwe processen aan de andere kant. De inventarisatie vindt plaats door het systematisch scannen van de literatuur die op het betreffende werkveld betrekking heeft. Daarnaast wordt ook, uitgaande van de aard van de optredende energieverliezen, gezocht naar processen (bijv. uit andere sectoren) die specifiek de betreffende energieverliezen kunnen beperken.

In de derde stap worden de diverse technologieën gekarakteriseerd en onderling vergeleken. Deze karakterisatie vindt plaats met betrekking tot de volgende kenmerken:

- Te realiseren energiebesparing. Deze wordt uitgedrukt in termen van reductie van het specifiek energiegebruik.
- De te verwachten kosten. Uiteraard zijn kosten voor nog in ontwikkeling zijnde technologie niet precies vast te stellen. Toch kan meestal wel een schatting gemaakt worden van met name de investeringskosten.
- Het stadium van ontwikkeling van de technologie. De onderscheiden fasen zijn experimentele ontwikkeling, pilot plant, demonstratie.
- De mate waarin de technologie past binnen het gangbare technologie-ontwikkelingspad ('trajectory'). Onderscheiden worden evolutionaire, grote en radicale veranderingen.

Deze informatie wordt bijeengebracht op basis van de in stap 2 verzamelde literatuur, op basis van gesprekken met personen die bij de ontwikkeling van de diverse technologieën betrokken zijn en op basis van eigen analyses.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de resultaten van een studie die voor de papier- en kartonindustrie is uitgevoerd. Uiteraard is het ook weer mogelijk om de resultaten in een of andere vorm in een ICARUS-achtige structuur onder te brengen. In feite zijn ook de gegevens in ICARUS voor het jaar 2015 deels al op dit type studies gebaseerd.

Tabel 2. Overzicht van de inventarisatie en karakterisatie van technologieën voor energiebesparing in de papier- en kartonindustrie (De Beer, 1997).

Technology	Reduction of SEC <sub>h</sub>	Investment costs compared to current technology*	Stage of development	Degree of departure compared to current technology
Dry sheet forming	90-100%	smaller	Commercial for bulky types of paper. No ongoing research for other types.	major/radical
Press drying	5-30%	smaller	Pilot plant; over peak of research activity	evolutionary
Condensing belt drying (excl. heat pump)	10-20%	smaller	Demonstration unit at paper mill in Finland	evol./ major
Impulse drying	50-75%	smaller	Pilot plant	major
Air impingement drying	10-40%	smaller	Pilot plant	major
Steam impingement drying	10-15%	smaller	Pilot plant	major
Airless drying	70-90%	larger; simple pay-back period smaller than 2 years	Applied research for paper drying; commercial for some batch drying processes;	evol./ major

\* Only the investments for the paper machine itself are taken into account. Lower investment cost for the steam boiler or CHP-unit due to a smaller capacity are not taken into account.

## 5. Conclusies

Technologie-karakterisering blijkt een belangrijke rol te spelen bij het bestuderen van mogelijke toekomstige ontwikkelingen van energievoorzieningssystemen. Hierbij is het belangrijk om methodisch onderscheid te maken tussen technologie die nu al beschikbaar is en technologie die pas op de wat langere termijn geïntroduceerd kan worden.

## Literatuur

- Beer, J.G. de, M.T. van Wees, E. Worrell & K. Blok (1994). "ICARUS-3 - The Potential of Energy Efficiency Improvement in the Netherlands up to 2000 and 2015", Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, Utrecht University, NW&S-94013, Utrecht, oktober.
- Beer, J.G. de, E. Worrell & K. Blok (1996). "Sectoral Potentials for Energy Efficiency Improvements in the Netherlands", *Int. J. of Global Energy Issues*, **8** (5/6), pp. 476-491.
- Beer, J.G. de, E. Worrell & K. Blok (1997). "Long-Term Potential for Energy Efficiency Improvements in the Paper and Board Industry", Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving (nog te publiceren).
- Blok, K., E. Worrell, R.F.A. Cuelenaere & W.C. Turkenburg (1993). "The Cost-Effectiveness of Carbon Dioxide Reduction Achieved by Energy Conservation", *Energy Policy*, 21 656-667.

- Blok, K., W.C. Turkenburg, W. Eichhammer, U. Farinelli & T.B. Johansson (eds.) (1995). "Overview of Energy RD&D Options for a Sustainable Future", European Commission, Directorate-General XII, Brussels.
- Blok, K., J. de Beer & Coen Geuzendam (1996). "Nederlands R&D-opties voor verbetering van de energie-efficiency", Achtergrondstudie bij de verkenning energie-onderzoek, Overlegcommissie verkenningen, Amsterdam, maart.
- Farla, J.C.M., R.F.A. Cuelenaere & K. Blok (1994). "Energy Efficiency and Structural Change", Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, Utrecht University, NWS-94007.
- Gillissen, M., J.B. Opschoor, J.C.M. Farla & K. Blok (1995). "Energy Conservation and Investment Behaviour of Firms", Department of Environmental Economics, Vrije Universiteit Amsterdam, October.
- Phylipsen, G.J.M, K. Blok & E. Worrell (1996). "Handbook on International Comparisons of Energy Efficiency in Manufacturing Industry", Vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, februari.
- Schipper, L.J. & S. Meyers (1992). "Energy Efficiency and Human Activity", Cambridge University Press.
- Velthuisen, J.W. (1995). "Determinants of Investment in Energy Conservation", proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen, Juni.
- VCE (1996). "Verkenning Energie-onderzoek - Zoektocht naar richting in een doolhof", Overlegcommissie verkenningen, Amsterdam.

## MILIEU-INFORMATIESYSTEMEN VOOR BEDRIJVEN IN PRODUCTKETENS

M.H. Jansen en A.J.D. Lambert

Alice drentelde verdwaald en verward over een eenzaam pad door Wonderland. Bij een splitsing gekomen, moest zij een keuze maken. Gelukkig bleek zij niet alleen; in een boom koesterde zich de Chesire Cat aan wie zij deskundig advies kon vragen. 'Meneer Kat, kunt u mij misschien ook zeggen welke kant ik op moet?' De Kat grijnsde haar toe en zei: 'Dat hangt er vanaf waarnaar toe je wilt.' Geconfronteerd met zoveel verstandelijk inzicht, zei Alice bedremmeld: 'Dat weet ik niet, want ik ben verdwaald.' De Kat sprak daarop de wijze woorden: 'Dan maakt het ook niets uit welke kant je kiest'. 'Maar ik wil wel *ergens* uitkomen', zei Alice er achteraan. 'Maar dat is ook zo', zei de Kat, 'als je maar lang genoeg doorloopt.'

*Lewis Carroll*

### 1. Introductie

De industrie wordt steeds dwingender geconfronteerd met eisen op het gebied van milieuzorg. Meer stringente regelgeving, stijgende tarieven voor het verwerken van afvalstoffen en zorg voor een goed bedrijfsimago leiden tot toenemende behoefte aan milieu-informatie. De vraag naar milieugegevens van en over bedrijven neemt toe, maar men blijkt nauwelijks in staat om hieraan tegemoet te komen. Dit komt doordat de milieuproblematiek los van andere aspecten van bedrijfsvoering wordt beschouwd, waardoor oplossingen sub-optimaal en duur zijn. Daarnaast leveren de inspanningen voornamelijk een bijdrage aan - voor bedrijven - secundaire zaken zoals het voldoen aan wetgeving, in plaats van aan het primaire productieproces. "Het milieu" komt voor weinig bedrijven op de eerste plaats. Globaal kan de volgende volgorde in oorzaken voor bedrijfsactiviteiten worden onderkend: verbetering van de economische positie, marketing, technische-, politieke- en juridische redenen, sociale en ethische factoren.

Al met al gedragen veel bedrijven zich alsof zij, net als Alice, door Wonderland dwalen, zonder precies te weten in welke milieu-positie zij zich bevinden, laat staan waarheen zij willen. Ze zijn druk met 'milieumanagement', milieubeleid en 'milieusysteem', gedreven door voornamelijk de overheid en deels ketenpartijen, met de zekerheid dat zij ergens uitkomen, maar met de vraag of dat een voor hen gewenste situatie is. Dit artikel gaat in op middelen om het bedrijven eenvoudiger te maken milieuzorg in de bedrijfsactiviteiten te



integreren. In deze bijdrage wordt ingegaan op de ontwikkeling van milieu-informatiesystemen: systemen die zijn gebaseerd op hergebruik van gegevens over massa- en energiestromen die al op andere plaatsen binnen de organisatie voor andere doelen zijn geregistreerd.

## **2. Vraag naar milieu-informatie**

Bedrijven worden geconfronteerd met vragen naar milieu-informatie, waarna zij voor de keuze staan de juiste middelen toe te passen voor het genereren van deze informatie. In deze paragraaf wordt het onderscheid tussen doel (de informatie) en middelen (de systemen) toegelicht.

### **2.1. Milieu-informatie**

Bij de vraag naar milieu-informatie gaat het in eerste instantie om informatie voor de overheid: ten behoeve van vergunningverlening en -handhaving en naleving van convenanten; in de toekomst wordt deze informatie openbaar gemaakt in het overheidsverslag als onderdeel van de Wet Milieuverslaglegging (VROM, 1996). Daarnaast bestaat een groeiende behoefte aan keten-informatie, bij (toe-) leveranciers en klanten. In dit verband speelt milieu-certificering, eco-labelling, milieu-auditing en externe milieu-verslaglegging (Anonymus, 1992; Anonymus, 1994; Hillary, 1995). Begrippen zoals “milieuvriendelijk” zijn in dit kader niet langer vrijblijvend, maar gedetailleerd omschreven, en moeten met feiten worden onderbouwd (Te Veldhuis, 1989). Publieksrapportages dragen bij tot verbetering van het imago van bedrijf en product.

Bovengenoemde ontwikkelingen hebben hun weerslag op de organisatie en op productieprocessen, productiemiddelen en voortgebrachte producten. Vanuit het oogpunt van integraal ketenbeheer is men primair geïnteresseerd in de uitwisseling van gegevens die kwaliteit, productiewijze en milieu-effecten van producten relateren aan logistieke gegevens (Owen, 1993).

### **2.2. Bedrijfsinterne milieuzorgsystemen**

Een bedrijfsintern milieuzorgsysteem omvat de systematische toepassing door het bedrijf van voorzieningen gericht op het inzicht krijgen in, het beheersen en waar mogelijk beperken van milieubeïnvloeding door bedrijfsactiviteiten, inclusief communicatie (Tweede Kamer, 1989). De bijbehorende informatiestroom omvat documenten zoals de milieudoelstelling en een milieuprogramma, alsmede procedures en instructies om milieuzorg te integreren in de bedrijfsvoering. Dit type systemen is gebaseerd op een top-down aanpak, van directie naar werkvloer, en heeft tot doel de bedrijfsactiviteiten op juiste wijze uit te voeren (work-flow management). Aangezien het niet wenselijk is dat er afzonderlijke milieu-instructies bestaan, naast o.a. kwaliteitsinstructies, spreekt het voor zich dat instructies een algemeen doel dienen, waarvan het milieu-aspect integraal onderdeel uitmaakt (combi-zorg) (Didde, 1995; Tempelaars, 1995).

Van cruciaal belang voor (milieu-)zorgsystemen is de beschikbaarheid van gegevens, het uitvoeren van metingen en registraties aan het proces, en het verwerken van resultaten. Voor

certificering volgens de BS-7750 (paragraaf 4 en 9) en ISO-14000 (deel 2) is dit daarom verplicht gesteld (Anonymus, 1992; Anonymus, 1994; BSI Standards, 1992).

***Opzet van een milieuzorgsysteem***

- milieubeleidsverklaring
- milieuprogramma
- integratie milieuzorg in de organisatie
- metingen en registraties
- interne reviews
- interne opleidingen
- interne en externe rapportages
- evaluatie milieuzorgsysteem

### **2.3. Bedrijfsinterne milieu-informatiesystemen**

Een bedrijfsintern milieu-informatiesysteem is een registratiesysteem, zowel bedoeld als onderdeel van een milieuzorgsysteem alsook als zelfstandig systeem, bijvoorbeeld ten behoeve van een milieujaarverslag. Zoals hiervoor is betoogd, dient een dergelijk systeem te zijn geïntegreerd met andere bedrijfsinterne informatiesystemen, zoals die ten behoeve van productie-besturing, voorraadbeheersing en overige zorgsystemen. Het zal in staat moeten zijn om - flexibel - de bovengenoemde informatie te leveren. De huidige milieu- en combi-zorgsystemen worden door verschillende standaard en maatwerk softwarepakketten ondersteund.

Voor milieu-informatiesystemen is echter alleen op deelgebieden geautomatiseerde ondersteuning beschikbaar, zoals bijvoorbeeld voor afvalregistratie of bepaalde emissies. We geven hier een overzicht van typen milieu-eisen, gebaseerd op de frequentie dat beslissingen worden genomen:

- eenmalig, bijvoorbeeld ten behoeve van een milieu-effectrapportage (MER)
- incidenteel, bijvoorbeeld ten behoeve van levenscyclus analyse (LCA)
- strategisch, bijvoorbeeld op basis van een milieuzorgsysteem
- operationeel, bijvoorbeeld op basis van een afvalregistratie
- instrumenteel, bijvoorbeeld op basis van (laboratorium)metingen

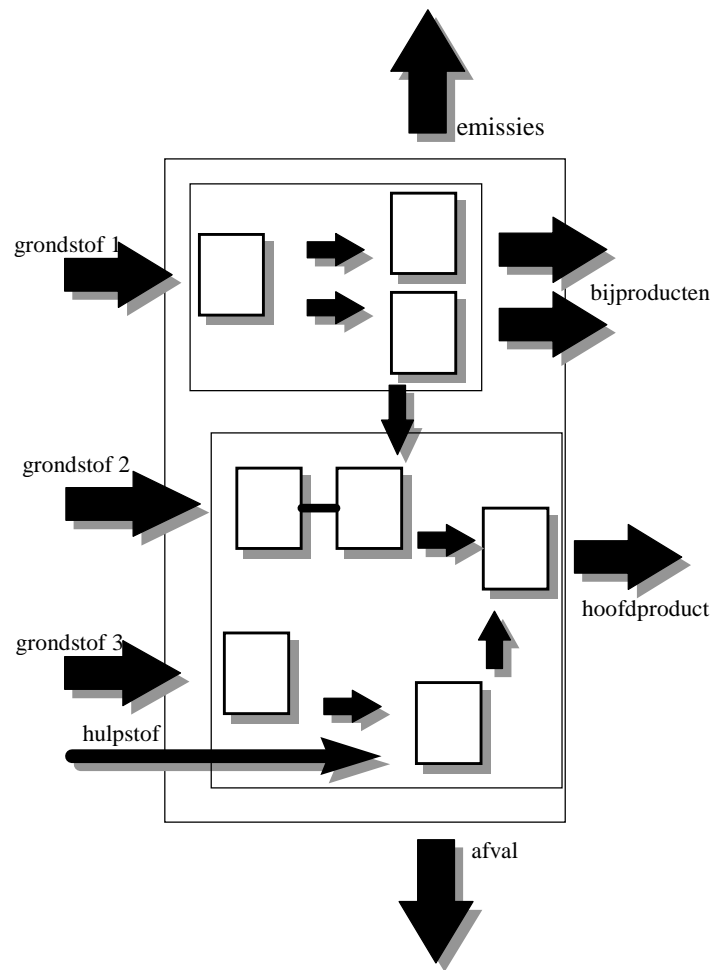
In dit artikel gaan we met name in op twee onderdelen van het milieuzorgsysteem: metingen en registraties, en interne en externe rapportages. Daarnaast zal de informatie die op deze manier beschikbaar komt, ook kunnen worden gebruikt voor andere informatie-eisen op milieugebied. Dit betekent dat de integratie van systemen op strategisch niveau plaatsvindt, op basis van gegevens van het operationele en instrumentele niveau. De volgende paragraaf beschrijft een methode om logistieke, financiële en overige reeds geregistreerde (operationele en instrumentele) gegevens ten behoeve van milieuzorg te hergebruiken.

### 3. Basisoplossing

#### 3.1. Procesmodellering

Een *productieproces* voegt waarde toe aan de grondstoffen door transformatie van de productstroom met behulp van een aantal bedrijfsmiddelen en productie-apparatuur. Een dergelijk proces wordt beschreven door een black-box waarin de transformatie plaatsvindt, waaraan grond- en hulpstoffen (zoals energiedragers) worden toegevoerd, en waar een hoofdproduct plus eventueel een of meer neven- en bijproducten uittreden, alsmede een of meer restproducten (Van Ballegooie, 1995). Dit wordt de multi-input/multi-output procesbenadering genoemd (figuur 1). *Hoofdproducten* zijn de producten waarvoor het productieproces is ontworpen; *nevenproducten* zijn onbedoelde hoogwaardige producten die tengevolge van het produceren van het hoofdproduct ontstaan, terwijl *bijproducten* eveneens onbedoeld zijn maar een aanmerkelijk lagere, zij het positieve, waarde vertegenwoordigen. *Restproducten* tenslotte, te verdelen in afval en emissies, hebben een negatieve waarde.

De multi-input/multi-output proces-benadering is gebaseerd op materiaal- en energiestromen, die worden uitgedrukt in fysische eenheden (kg/tijdseenheid, kJ/tijdseenheid). Dit maakt integratie met logistieke informatiesystemen mogelijk, doordat deze systemen zijn gebaseerd op goederenstromen, die rechtstreeks uit de materiaalstromen worden afgeleid. Doel van de logistiek is immers om te bewerkstelligen dat de juiste aantallen goederen op de juiste tijd en op de juiste plaats aanwezig zijn. Ook de gevraagde milieu-informatie, emissies of afval, kan in deze termen worden geherformuleerd: "welke hoeveelheid stoffen ontstaat wanneer en waar gaat ze heen?". Om deze vraag te beantwoorden kan soms worden volstaan met het niveau van de goederenstroom; meestal is het echter noodzakelijk gedetailleerder te beschrijven, waarover in de volgende paragraaf meer.



Figuur 1. Multi-input/multi-output procesbenadering

### 3.2 Voordelen: hergebruik van logistieke concepten

De multi-input/multi-output benadering is gebaseerd op de materiaal- en energiestromen, die voor zowel milieu- als logistieke informatiesystemen kunnen worden gebruikt. Voordeel daarvan is dat in het gehele informatiesysteem dezelfde bouwstenen als basis dienen, en dat de samenhang beter gewaarborgd is. Voorts wordt gebruik gemaakt van fysische wetten zoals massa- en energiebehoud om het verband tussen diverse ingangs- en uitgangsgrootheden vast te leggen. De productieketen wordt gemodelleerd door een aaneenschakeling van de basisbouwstenen, waarbij een *proces-productketen* ontstaat. In deze paragraaf wordt uiteengezet welke logistieke concepten kunnen worden toegepast ten behoeve van milieusoftware: de samenstelling van grondstoffen, producten en afval door beschrijving van complexe goederenstromen en milieu-effecten veroorzaakt door productieprocessen op basis van recepturen uit de procesindustrie.

#### Beschrijving van complexe goederenstromen

In de discrete productie worden complexe producten beschreven door *stuklijsten* (Bertrand e.a., 1990; Van Veen, 1991): een auto bestaat uit een aantal modules (motor, carrosserie, draadboom), die ook weer met een stuklijst zijn beschreven. Niet altijd zal men geïnteresseerd zijn in de complete stuklijst, maar hooguit in bepaalde modules. Ook is het

mogelijk extra attributen toe te voegen (winbaar ijzergehalte, toxiciteit). In dit concept is het productieproces, samenvoegen van onderdelen, eenduidig en niet van invloed op de aard van de stofstromen.

De kwalitatieve beschrijving van materiaal-stromen is afhankelijk van het beoogde doel. Vaak worden stofstromen beschreven aan de hand van enkelvoudige, of groepen van, materialen, zoals hout of kunststof, waarbij niet de exacte chemische samenstelling, maar bijvoorbeeld geschiktheid voor bepaalde toepassingen, centraal staan. Tenslotte wordt ingedeeld naar groepen onderdelen met gemeenschappelijke kenmerken (vorm, kleur). In de praktijk heeft de kwalitatieve beschrijving van stofstromen vaak een hybride karakter. Zo kunnen in de samenstelling van te slopen auto's bijvoorbeeld "onderdelen" als bedrijfsvloeistoffen, banden en kunststof voorkomen, terwijl een niveau dieper wel het cadmiumgehalte, maar niet het stikstofgehalte zichtbaar wordt; afhankelijk van de beschikbare gegevens en de vraag naar uitwisseling van deze informatie (Owen, 1993).

### **Beschrijving van complexe processen**

Sommige productiemethoden, zoals in de proces- en semi-procesindustrie, lenen zich minder voor het toepassen van stuklijsten (Van Veen, 1991). Dit komt doordat de goederenstroom minder complex en meestal continu is en doordat er juist veel productieprocessen zijn. Meestal is speciale apparatuur noodzakelijk en ligt de bewerkingsvolgorde vast. Er is keuzevrijheid in grondstoffen, zowel wat betreft soort als hoeveelheid, terwijl juist de procescondities en bewerkingsvolgorde een belangrijke rol spelen in het uiteindelijke resultaat, dat bovendien uit meerdere producten kan bestaan (divergentie). Complexe processen worden in de logistiek beschreven door een receptuur (zie een voorbeeld in tabel 1), die bestaat uit een materialen- en een procesgedeelte (Rutten, 1995). Kenmerkend hierin zijn de vrijheidsgraden: hoeveelheden: "circa 50 gram", materialen: "boter of margarine" en procesparameters: "ongeveer 30 minuten". In de praktijk worden deze keuzemogelijkheden zodanig vastgelegd dat een optimum ontstaat ten opzichte van meerdere criteria, zoals kwaliteit, kosten en milieu. Wat in bovenstaande receptuur niet, maar in de praktijk wel tot uiting komt, is de divergentieproblematiek, waarvan de raffinage van ruwe aardolie een klassiek voorbeeld is.

Tabel 1. Recept voor appeltaart als voorbeeld van een receptuur voor complexe processen.

Grondstoffen	Productieproces
1 pak mix voor appeltaart	Meng de mix, de boter en een deel van het ei in een kom;
175 gram boter of margarine	zet het deeg ongeveer 30 min. in de koelkast.
1 ei	Mix in een kom de appelen, suiker, rozijnen, krenten en kaneel voor de vulling.
1 kilo kleingesneden appelen	Gebruik het grootste deel van het deeg om de bakvorm te bedekken en schud de vulling erin.
2 lepels suiker (ca 50 gr)	Maak van het resterende deeg kleine reepjes en leg die op het mengsel.
1 theelepel kaneel	
2 lepels rozijnen of krenten (ca 50 gr)	Bak de appeltaart in een voorverwarmde oven op 185 graden gedurende 55 - 65 minuten

### 3.3. Knelpunten

#### **Integratie van informatiesystemen voor proces- en discrete fabricage**

De meeste productiesystemen vertonen een combinatie van kenmerken uit de procesgewijze en de discrete industrie. In een typisch discreet georiënteerde omgeving als een autofabriek vindt men processen als harden of coaten, wat een aanzienlijke bijdrage aan de milieubelasting levert. Deze problematiek is vooralsnog moeilijk in software te vatten. Vanuit milieu-oogpunt bestaat geen verschil tussen beide soorten informatiesystemen. In de praktijk wordt dit probleem onderkend doch is integratie tussen de informatiesystemen nog niet gerealiseerd (Van Ballegooie, 1995; Jansen, 1996). Dit heeft zowel psychologische als technische oorzaken, gebaseerd op historisch gegroeide cultuurverschillen. Er is een fundamentele structuurwijziging noodzakelijk om de nieuwe functionaliteit te integreren, wat tevens zal leiden tot software waaraan meer generieke modellen ten grondslag liggen, zodat een grotere flexibiliteit en een bredere inzetbaarheid wordt verkregen.

#### **Reële versus benaderde waarden**

Teneinde productieprocessen adequaat te beschrijven, zijn veel gegevens nodig. Dit stuit op technische en economische bezwaren. Het aantal te meten grootheden is aanzienlijk en continue meting is zelden mogelijk. Sommige stromen zijn diffuus, maar niet onbelangrijk omdat het ondermeer emissies naar de atmosfeer betreft. Men kan sommige grootheden bepalen uit andere, of benaderen met behulp van formules. Bij steekproefgewijze metingen zal geïnterpoleerd moeten worden; voorts zal men er rekening mee moeten houden dat verschillende grootheden op verschillende tijdstippen worden bepaald. In het algemeen zullen er veel minder gegevens zijn dan minimaal noodzakelijk voor een sluitend stroomschema; schattingen blijven nodig. Van cruciaal belang is de integratie met administratieve gegevens; inkoop-, verkoop- en magazijnadministratie leveren zeer relevante gegevens voor het bepalen van materiaalstromen, zij het vaak niet in de juiste vorm.

#### **Macroscopische versus microscopische benadering**

Vaak wordt bij het onderzoek naar de materiaal- en energiestromen in een bedrijf een microscopische benadering gevolgd, waarbij een deelproces tot in detail wordt bestudeerd. Een andere aanpak is de macroscopische benadering. Hierbij vangt men aan met de globale massa- en energiestromen die bij een bedrijf naar binnen en naar buiten treden, en dat over een groot tijdstraject. Hoewel van vele materiaal- en energiestromen op dit aggregatieniveau wel gegevens voorhanden zijn, blijkt dat veel informatiestromen niet op elkaar zijn afgestemd, verschillend geïnterpreteerd worden, in niet-compatibele eenheden en verschillende tijdschalen uitgedrukt, etc. Niettemin is gebleken dat op deze wijze een redelijk consistent beeld kan ontstaan waarmee bijvoorbeeld getraceerd kan worden hoeveel van de grondstoffen in de producten terechtkomen en globaal aangegeven kan worden waar het overige deel blijft. Het opbouwen van een model van macro naar micro, door in te zoomen, blijkt de logische weg te zijn om tot een consistent, flexibel, en voldoende gedetailleerd model te komen.

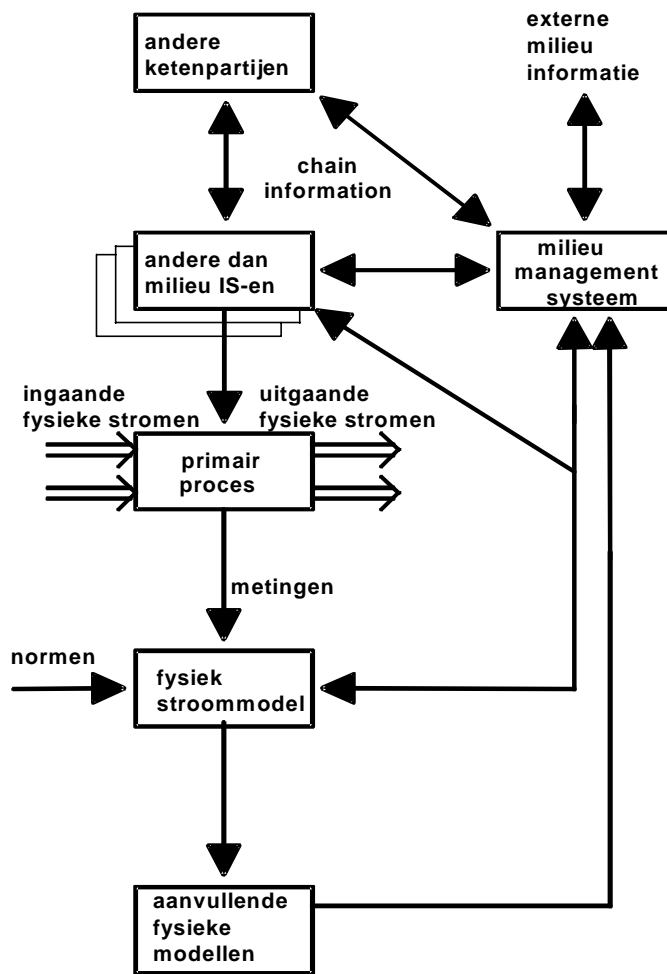
## 4. Milieu-informatie architectuur

In de voorgaande paragrafen is een aantal aspecten rond het begrip milieu-informatiesysteem de revue gepasseerd. We hebben gezien dat de basis van het systeem gelegen is in de primaire processen van de organisatie. De in- en uitgaande stromen zijn de (fysieke) materiaalstromen, waarover in verschillende niet-milieu informatiesystemen wordt geregistreerd en gerapporteerd. Om welke stromen het gaat, is vastgelegd in het fysiek stroommodel, eventueel gebaseerd op aanvullende modellen. Het milieu-informatiesysteem wordt nu gebouwd op de metingen, registraties en normwaarden van het fysiek stroommodel en gegevens uit andere, met name logistieke, financiële en kwaliteitsinformatiesystemen. Tenslotte worden de geregistreerde gegevens uitgewisseld; in het geval van ketenpartijen gaat om veelsoortige informatie, in het geval van externe partijen zal de nadruk liggen op milieu-impact en veiligheidsaspecten.

## **5. Conclusies en verder onderzoek**

In de eerste paragraaf hebben we geconcludeerd dat er op verschillende manieren, verschillende soorten milieu-informatie wordt gevraagd. Het produceren van milieu-informatie over de bedrijfsactiviteiten, en met name de productieprocessen, is daarom noodzakelijk. In de tweede paragraaf hebben we gezien dat milieu-informatie is gebaseerd op fysieke stromen; andere informatiesystemen, met name het logistieke informatiesysteem, een goed uitgangspunt bieden voor hergebruik van gegevens ten behoeve van milieu-informatie. Op welke manier dat mogelijk is, is tenslotte weergegeven in paragraaf 3.

Verder onderzoek is nodig ten behoeve van de ontwikkeling van logistieke informatiesystemen waarin een combinatie van convergentie en divergentie mogelijk is. De traditionele scheiding tussen proces-technologische en fabricage-technologische beschrijvingswijzen komt daardoor te vallen. Op deze wijze ontstaan productiebesturings-systemen die geïntegreerd zijn met bedrijfsinterne zorgsystemen. Het milieu-aspect wordt zo in de bedrijfsinformatiestroom opgenomen en neemt niet langer een geïsoleerde positie in. Een dergelijk geïntegreerd milieu-informatiesysteem levert daarom meer efficiënte ook meer effectieve informatie.



### Dank

De auteurs zijn werkzaam aan de Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Technologie Management, respectievelijk als onderzoeker in opleiding bij de vakgroep Informatie en Technologie en als universitair docent bij de sectie Energie en Milieu. Het onderzoek wordt gesponsord door Baan Research. De auteurs zijn dank verschuldigd aan deze organisaties, met name Robert Schuwer, Maarten Splinter en Paul Giesberts.

### Literatuur

- Anonymus (1992). 'Sustainable industrial development: a role for international standards', *ISO-bulletin* (april): 1-7.
- Anonymus (1994). 'Progress on ISO-14000', *Environmental Manager* (July): 6-8.
- Ballegoie, E.D. van (1995). 'Is het einde van MRP-II in zicht?' *CA Techniek* (5).
- Bertrand J., Wortmann J. en Wijngaard J. (1990). *Production control. A structural and design oriented approach*. Amsterdam: Elsevier.
- Boersema, J.J., J.W. Copius Peereboom en W.T. de Groot (red.) (1991). *Basisboek milieukunde*. Meppel: Boom.



- BSI Standards (1992). *Specification for environmental management systems BS 7750*. British Standard Publications.
- Didde, R. 'Het gladde pad van combi-zorg.' *Milieustrategie* (10/11).
- Hillary, R. (1995). *The Eco-management and audit scheme: a practical guide*, Hertfordshire: Technical Communications (Publishing) Ltd.
- Jansen, M.H. (1996). 'The basis of information systems for logistics, recycling and the environment', *CIRP '96 Conference Proceedings*. Zurich.
- Owen, J. (1993). *STEP: an introduction*, Winchester: Information Geometers.
- Reach, R.W. (1994). *The ISO 9000 handbook*. Fairfax VA USA: CEEM Information Services.
- Rutten, W. (1995). *The use of recipe flexibility in production planning and inventory control*. Proefschrift TU Eindhoven.
- Tempelaars, P. (red.) (1995). *Handboek milieuzorg en informatievoorziening*. Alphen aan den Rijn: Samsom H.D. Tjeenk Willink.
- Tweede Kamer (1989). *Bedrijfsinterne milieuzorg*. Notitie 20633 nr. 3, 1988-1989.
- Veen, E.A. van (1991). *Modelling product structures by generic bills-of-material*. Proefschrift TU Eindhoven.
- Veldhuis, A.J. te (1989). *Handboek milieuvoorschriften*. Den Haag: DELWEL.
- VROM (1996). *Wetsvoorstel milieverslaglegging*. Wettekst en memorie van toelichting, januari 1996.

## **ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ACCOUNTING: EEN BRUIKBAAR INSTRUMENT VOOR KETENBEHEER**

J.J. Bouma

### **1. Inleiding**

Milieumanagement is het formuleren en het realiseren van milieudoelstellingen op ondernemingsniveau. Daarbij is voor verschillende bedrijven integraal ketenbeheer een belangrijk aandachtspunt. Met integraal ketenbeheer wordt ernaar gestreefd de verschillende stadia in een productlevensketen zo doelmatig mogelijk op elkaar te laten aansluiten. Integraal ketenbeheer heeft bij milieumanagement een prominente rol wanneer een bedrijf optreedt als 'ketenbeheerder'. Tevens is het mogelijk dat het bedrijf gezamenlijk met overige bedrijven als ketenbeheerder optreedt. Indien het individuele bedrijf als ketenbeheerder optreedt, betreft het doorgaans een bedrijf dat een product-materiaal keten beheerst of domineert (De Groene e.a., 1996). Het kan worden verwacht dat de voor integraal ketenbeheer relevante besluitvorming bij een bedrijf mede bepaald wordt door de financieel-economische consequenties van integraal ketenbeheer. In dit artikel wordt nagegaan in hoeverre de reguliere management accounting behulpzaam kan zijn bij het voorzien in informatie over de financieel-economische consequenties van integraal ketenbeheer.

### **2. Aanpassingen in het traditionele management accounting**

De management accounting richt zich op het verzamelen, bewerken, ordenen en presenteren van gegevens over kosten en opbrengsten die van belang zijn voor het nemen van een beslissing door het management in een organisatie. In eerste instantie beperkt de management accounting zich tot financiële informatie. In toenemende mate omvat het vakgebied van de management accounting tevens het genereren van niet-monetaire informatie. Het betreft dan informatie die van belang is voor de realisatie van ondernemingsdoelstellingen. Zodoende omvat het bredere management accounting begrip prestatie-indicatoren voor het beoordelen van bedrijfsonderdelen en individuele managers.

Het verbreden van het begrip management accounting met niet-monetaire informatie is in aanzienlijke mate het gevolg van de groeiende aandacht voor milieumanagement. Met name in de Duitse literatuur over Management accounting is deze ontwikkeling

beschreven<sup>1</sup>. In deze Duitstalige literatuur worden instrumenten beschreven zoals milieubalansen en levenscyclusanalyses. Deze instrumenten worden aangeduid met het begrip ‘Öko-Controlling’. Doorgaans worden deze begrippen in de Nederlandse literatuur aangeduid als productiegerichte dan wel productgerichte benaderingen (de Groene, Hermans, 1996). Een opmerkelijke tendens in de Duitstalige literatuur inzake ‘Öko-Controlling’ is het relateren van de omvang van milieubelasting aan financiële consequenties. Zo wordt de “materiële” milieubalans en de “monetaire” traditionele financiële balans aan elkaar gerelateerd. Hierbij gaat het om systemen voor milieukostenmanagement in het bedrijf. Ook in de Angelsaksische literatuur worden systemen en technieken beschreven die behulpzaam zijn bij het verschaffen van inzicht in de financiële consequenties van de fluctuaties in milieubelasting. De daarbij gehanteerde term is ‘Environmental management accounting’.

Er is slechts in beperkte mate empirisch onderzoek verricht naar de toepassingen van environmental management accounting<sup>2</sup>. In een door de EU (DG XII, milieu en klimaat) gefinancierd onderzoek wordt de relatie tussen milieumanagement en management accounting nader onderzocht. In het kader van dit EU-onderzoek worden door het Erasmus Studiecentrum voor Milieukunde (ESM) 20 in Duitsland gevestigde ondernemingen bestudeerd<sup>3</sup>. Van deze 20 bedrijven zijn 10 grote ondernemingen (meer dan 500 werknemers) en 10 ondernemingen uit het midden- en kleinbedrijf (MKB). Bij elk van de bedrijven worden exploratieve interviews afgenomen. Bij de grote ondernemingen wordt steeds de controller en milieucoördinator geïnterviewd. Ook bij het MKB is ernaar gestreefd deze beide functionarissen te interviewen. Echter indien er bij het MKB geen controller is dan werd de bedrijfsleider geïnterviewd. De bedrijfsleider wordt eveneens bij het MKB geïnterviewd wanneer er geen milieucoördinator aanwezig is. Met de interviews wordt inzicht verkregen in de contouren van het milieumanagement en de management accounting bij de onderzochte bedrijven. Steeds wordt nagegaan welke relaties er tussen beide disciplines worden aangetroffen. In de volgende paragraaf worden enkele onderzoeksresultaten beschreven die inzicht geven in de betekenis van de in de praktijk aangetroffen management accounting voor ketenbeheer.

---

<sup>1</sup> Een overzicht van de voor milieumanagement relevante ontwikkeling in de Duitse literatuur over management accounting wordt beschreven in: Becksmann, T., *The Use of Environmental Accounting in German Industry and its Integration into Existing Management Accounting Systems*, forthcoming, Erasmus Universiteit.

<sup>2</sup> In het verdere verloop van het artikel wordt het begrip environmental management accounting gehanteerd. Met dit begrip worden tevens systemen en technieken afkomstig uit de Duitstalige literatuur over “Öko-Controlling” aangeduid. Dit is uitsluitend het geval indien de systemen en technieken inzicht verschaffen in de financiële consequenties van fluctuaties in milieubelasting.

<sup>3</sup> Het empirische onderzoek richt zich in z'n totaliteit op tachtig bedrijven in vier landen. Per land zijn steeds twintig bedrijven onderzocht. Het betreft daarbij naast Duitsland tevens Nederland, Groot-Brittannië en Italië (Bouma, J.J., *Management Accounting and Environmental Management: a survey among German and Dutch companies*, artikel gepresenteerd op de 5th International Research Conference of the Greening of Industry Network, November 24-27, 1996, Heidelberg, Duitsland).

### 3. Enkele onderzoeksresultaten

Naast de grootte van de bestudeerde bedrijven was de spreiding over verschillende sectoren een belangrijk selectie criterium. Zo behoren de onderzochte bedrijven tot de sectoren: chemie/pharma, elektronica, levensmiddelen, drukkerijen, producenten van machines, textiel. Steeds werd bij de onderzochte bedrijven gevraagd naar de drie belangrijkste aandachtsgebieden bij milieumanagement. Bij 8 van de 20 bedrijven werd integraal ketenbeheer als belangrijk aandachtsgebied van het milieumanagement genoemd. Bij deze 8 bedrijven waren er inspanningen om de milieubelasting van het product dan wel verpakking gedurende alle stadia van de product-materiaal levenscyclus te reduceren. Bij 2 (autofabrikant: VW; fabrikant van elektronica: IBM Speichersysteme) van deze 8 bedrijven werd aangegeven dat het belang van de aandacht voor de gehele product- en materiaallevenscyclus groter wordt als gevolg van wetgeving ('Wirtschaftskreislaufgesetz') die het terugnemen van afgedankte producten stimuleren. Bij 1 bedrijf (Neckermann) waarvoor integraal ketenbeheer nog geen belangrijk aandachtsgebied is, werd aangegeven dat dit in de toekomst wel het geval zal zijn. Dit was het gevolg van wetgeving die de oriëntatie op de milieubelasting gedurende de hele product- en materiaallevensduur stimuleert. Ook in dat geval wordt door het bedrijf gewezen op het 'Wirtschaftskreislaufgesetz' waardoor bij aankoop van producten en materiaal de milieubelasting van de voorgaande stadia in de levensfase in kaart dienen te worden gebracht. Met uitzondering van 1 bedrijf (een bakkerij: Hofpfistrei) zijn de bedrijven die integraal ketenbeheer als belangrijk aandachtsgebied hebben, steeds een dominante marktpartij in de productketen. Deze dominantie uit zich op het kunnen opleggen van eisen aan leveranciers. Bovendien was er 1 dominant bedrijf (producent van babyvoeding: Hipp) dat van enkele producten de gehele keten, met uitzondering van de consumptie en dispositiefase, in eigen beheer had.

#### 3.1. Management accounting

Op de vraag of de systemen en technieken van management accounting van belang zijn voor het nemen van het voor het bedrijf belangrijke milieumaatregelen antwoorden 8 bedrijven dat management accounting van zeer groot belang is. Voor twee bedrijven zijn systemen en technieken van management accounting maar van beperkt belang voor milieumanagement. Van de 10 bedrijven die management accounting zeer belangrijk of van beperkt belang achten voor milieumanagement, betreft het slechts 2 bedrijven behorende tot het MKB. Voor de overige 8 bedrijven behorende tot het MKB was management accounting van geen of zeer beperkt belang voor milieumanagement.

Het belang van management accounting voor milieumanagement is in het onderzoek nader gespecificeerd. Zo is door de bedrijven aangegeven dat de volgende systemen en technieken van management accounting van belang zijn voor het milieumanagement:

1. Systemen die inzicht verschaffen in de kosten die het gevolg zijn van milieubelasting (kostentransparantie). Deze systemen geven tevens inzicht in de veroorzakers van milieukosten (= kosten waarvan de hoogte bepaald wordt door

milieubelasting). Bij 7 bedrijven is er behoefte aan dergelijke milieukosten-systemen.

2. Technieken voor de beoordeling van investeringsaanvragen (investerings-selectiemethoden). Op basis van de investeringsselectiemethoden wordt inzicht verkregen in de bedrijfseconomische aantrekkelijkheid van milieu-investeringen.
3. Technieken die inzicht verschaffen in de bereidheid van afnemers om te betalen voor een milieuvriendelijker product. Daarbij wordt tevens bepaald wat de maximaal toelaatbare kostprijs voor het product is. Een dergelijk systeem ('target costing') werd bij 1 bedrijf (autofabrikant VW) aangetroffen.
4. Budgetteringsystemen die het budget voor afzonderlijke afdelingen bepalen. Zo werd door IBM Speichersysteme aangegeven dat de budgetteringsystemen de randvoorwaarden stellen voor de inspanningen voor milieumanagement.
5. Technieken en systemen voor de meting van prestaties (voortgangscontrole). Bij drie bedrijven werd aangegeven dat bij de voortgangscontrole bij milieumanagement gebruik wordt gemaakt van de bij reguliere management accounting gehanteerde technieken en systemen voor voortgangscontrole. Hierbij werd gewezen op de gebruikelijke 'Soll/Ist Vergleiche'. Hierbij worden normen vergeleken met werkelijke prestaties.

De betekenis van management accounting wordt groter indien de minder belangrijke aandachtsgebieden voor milieumanagement in kaart worden gebracht. Zo behoort het invoeren van milieuzorgsystemen veelal niet tot de drie belangrijkste aandachtsgebieden. Deze aspecten van milieumanagement vragen echter eveneens om ondersteuning vanuit de management accounting. De onderstaande tabel 1 geeft een overzicht van het belang van traditionele management accounting systemen en technieken. Dit belang werd aangegeven door de milieuoördinator dan wel door de bedrijfsleider.

Tabel 1. Het aantal bedrijven dat het belang van de afzonderlijke elementen van management accounting als beperkt, aanzienlijk dan wel cruciaal aanmerkt. Daarbij wordt aangegeven of het belang van de management accounting voor milieumanagement in de toekomst zal veranderen (het totaal aantal onderzochte bedrijven is 20).

Elementen van management accounting	BELANG VAN HET ELEMENT VAN DE MANAGEMENT ACCOUNTING VOOR MILIEUMANAGEMENT						Het totaal aantal bedrijven dat het element van belang acht	
	Beperkt		Aanzienlijk		Cruciaal		Nu	Toekomst
	Nu	Toekomst	Nu	Toekomst	Nu	Toekomst		
Boekhouding	10	6	3	6	3	4	16	16
Budgettering:								
- het bepalen van budgets	8	3	4	7	4	6	16	16
- de budgetcontrole	8	2	4	8	5	7	17	17
Investeringsselectie	5	2	8	9	7	9	20	20
Kostprijscalculatie	5	5	3	3	5	9	13	17
Prestatiebeoordeling:								
- monetair	5	3	2	4	5	6	12	13
- niet monetair	6	3	2	2	1	3	9	8

Van de onderzochte twintig bedrijven werd door elk bedrijf het belang van management accounting voor milieumanagement in totaliteit onderkent. De mate waarin de onderzochte bedrijven de afzonderlijke elementen van management accounting van belang achten voor milieumanagement is echter sterk wisselend. Op basis van tabel 1 wordt geconcludeerd dat voor alle 20 bedrijven de investeringsselectie, zowel nu als in de toekomst, van belang is voor het milieumanagement. De boekhouding, die inzicht verschaft in de omvang en aard van kosten, is voor 16 bedrijven van belang voor het milieumanagement. Deze perceptie van het belang van de boekhouding verandert in de toekomst niet. Opvallend is de stijging van het aantal bedrijven dat de kostprijscalculatie van belang acht voor milieumanagement. Het aantal bedrijven stijgt met bijna 25 %. Gezien het belang van de investeringsselectie, de boekhouding en de kostprijscalculatie wordt hier in de volgende paragrafen nader op ingegaan.

### 3.2. Investeringsselectie

De realisatie van investeringen in integraal ketenbeheer wordt bij bedrijven vooraf gegaan door een besluitvormingsproces. Gedurende het besluitvormingsproces zijn er tenminste twee momenten waarop de economische haalbaarheid wordt berekend.

1. In de periode voorafgaand aan de formele investeringsaanvraag. Hierbij betreft het een informele en minder nauwkeurige inschatting van de economische haalbaarheid. Een dergelijke inschatting vindt bij 18 bedrijven plaats.
2. Het moment waarop de investeringsaanvraag formeel wordt ingediend (het 'capital budgetting process'). Bij de kleine bedrijven is er doorgaans geen sprake van een formeel 'capital budgetting process'. Bij het formeel indienen van een investeringsaanvraag wordt bij alle bedrijven de economische haalbaarheid nauwkeurig berekend. Bij kleine bedrijven wordt deze beoordeling door de bedrijfsleider uitgevoerd. Een nauwkeurige berekening van de economische haalbaarheid vindt bij alle bedrijven plaats.

Voor het beoordelen van de economische haalbaarheid worden bij de bedrijven verschillende technieken van de management accounting gehanteerd (zie tabel 2). Deze technieken geven indicaties voor de economische haalbaarheid. Een investering wordt economisch haalbaar geacht wanneer de investering voldoet aan de normen voor de gebruikte indicatoren. Deze normen kunnen voor investeringen in integraal ketenbeheer lager zijn. Dit is bij 8 bedrijven het geval. Bij de overige 12 bedrijven wordt er geen onderscheid gemaakt tussen milieu-investeringen en reguliere investeringen. Een uitzondering vormen de milieu-investeringen die worden aangemerkt als "Zwangs-investitionen". Bij deze door de wet- en regelgeving voorgeschreven investeringen gelden geen normen voor de indicatoren voor de economische haalbaarheid.

Tabel 2. Overzicht van technieken van de Management Accounting voor de investeringsselectie (totaal aantal onderzochte bedrijven bedraagt 20).

Investeringsselectietechniek	Aantal bedrijven dat techniek hanteert als indicator voor de economische haalbaarheid.
Terugverdientijd	15
Return on investment	8
Netto contante waarde	3
Interne rentevoet	5
Return on assets	1

### 3.3. Boekhouding

De boekhouding is bij 16 bedrijven van belang voor het milieumanagement. Dit belang is op dit moment nog beperkt (50 % van de bedrijven). In de toekomst wordt de rol van de boekhouding bij milieumanagement belangrijker (beperkt belang is gedaald tot 30 %). De rol van de boekhouding vloeit met name voort uit het verhogen van de kostentransparantie (inzicht in aard en omvang van milieukosten). Met behulp van dit inzicht kunnen mogelijkheden voor kostenreducties worden geïdentificeerd. Het specificeren van afzonderlijke kostensoorten van milieukosten vestigt de aandacht op mogelijke besparingen. Bij de berekening van de financiële consequenties van investeringen in integraal ketenbeheer kunnen deze bepalend zijn voor de doorgang van deze investeringen (zie paragraaf 3.2).

Op de vraag of verhoogde kostentransparantie resulteert in milieumaatregelen die bedrijfseconomisch voordelig zijn antwoordde 70 % van geïnterviewde milieucoördinatoren instemmend. Daarbij heeft 85 % van de bedrijven behoefte aan meer gedetailleerde informatie over milieukosten. Van de bedrijven gaf 50% aan milieukostengegevens als zodanig te publiceren in externe verslaggeving. Een specificatie naar de aard en omvang van fluctuaties in milieukosten die specifiek het gevolg zijn van integraal ketenbeheer is bij geen van de bedrijven aanwezig.

### 3.4. Kostprijscalculatie

De kostprijscalculatie is voor integraal ketenbeheer van belang voor het vaststellen van de consequenties voor de kostprijs van de producten. Een nadeel van de kostprijscalculatiesystemen bij de onderzochte bedrijven is dat milieukosten veelal niet worden gealloceerd naar de afzonderlijke producten. Een reductie van de milieukosten dient derhalve niet ten principale te resulteren in lagere kostprijzen. Bij afwezigheid van allocatie worden de milieukosten direct ten laste van de resultatenrekening gebracht (zie tabel 3, kolom A). In enkele gevallen worden de milieukosten met een opslag verrekend in de kostprijs. Daarbij worden in eerste instantie de milieukosten geboekt als overhead. Vervolgens wordt deze overhead naar de afzonderlijke kostensoorten gealloceerd (zie tabel 3, kolom B).

Tabel 3. De omgang met milieukosten bij de kostprijscalculatie bij 20 in Duitsland gevestigde bedrijven.

Kostensoorten	Aantal bedrijven dat milieukosten boekt als overhead en deze niet alloceert (A)	Aantal bedrijven dat milieukosten boekt als overhead en deze alloceert (B)	Aantal bedrijven dat milieukosten direct naar product alloceert (C)	Aantal bedrijven waar kostensoort niet aanwezig is (D)
1. Onderzoekskosten voor chemisch afval en naar emissies naar lucht en water	13	0	1	3
2. Controlekosten voor emissies naar de lucht	11	0	1	7
3. Interne behandeling van emissies naar water	9	2	1	6
4. Interne behandeling van chemisch afval	12	0	1	3
5. Opslaan en etikettering van chemisch afval	15	0	1	2
6. Interne voorbereiding voor transport van chemisch afval	13	0	1	3
7. Transport van chemisch afval	12	0	1	2
8. Externe behandeling van chemisch afval en emissies naar water	12	0	1	5
9. Energiekosten	11	4	1	1
10. Waterkosten	13	4	1	1
11. Vergunningverlening	12	0	1	4
12. Berichtgeving aan Bevoegd Gezag	14	0	1	2
13. Boetes en strafvervolgning	12	0	0	8
14. Opleiding om te voldoen aan wet- en regelgeving	12	0	1	4
15. Arbeidskosten van milieufunctionarissen	15	0	1	3
16. Arbeidskosten voor interne juridische zaken	14	0	1	7
17. Verzekeringskosten	13	0	1	2

Op basis van tabel 3 wordt geconcludeerd dat indien integraal ketenbeheer resulteert in reducties in energiekosten of waterkosten slechts bij 25 % van de onderzochte bedrijven dit direct resulteert in lagere kostprijzen. Dit zal ook het geval zijn wanneer de gebruikelijke productiekosten worden verminderd door integraal ketenbeheer. Tabel 3 geeft echter ook



aan dat er verschillende soorten van milieukosten zijn die door integraal ketenbeheer kunnen verminderen, maar die niet resulteren in lagere kostprijzen. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de kosten van het opslaan en etiketteren van chemisch afval (75 % van de bedrijven); transportkosten van chemisch afval (60 % van de onderzochte bedrijven) en verzekeringskosten (65 % van de onderzochte bedrijven).

Met name wanneer de marges op producten gering zijn kan het niet adequaat verrekenen van milieukosten in de afzonderlijke kostprijzen een grote tekortkoming zijn. Deze tekortkoming wordt verklaard uit de geringe omvang van milieukosten in het verleden. Door de vergaande internalisatie van de externe effecten verbonden aan milieubelasting zijn milieukosten aanzienlijk gestegen. Dit kan een heroriëntatie bij het alloceren van overhead noodzakelijk maken. Een adequate allocatie van milieukosten naar de afzonderlijke kostprijzen van producten maakt grotere winstmarges als gevolg van integraal ketenbeheer zichtbaar.

Een adequate allocatie van milieukosten zal integraal ketenbeheer echter niet per definitie stimuleren. Zo kunnen de financiële voordelen (zoals kostenreducties) van ketenbeheer elders in keten optreden dan bij het bedrijf dat de hiervoor noodzakelijke investeringen draagt. Een adequate allocatie van investeringskosten zal dit bedrijf kunnen weerhouden van de realisatie van ketenbeheer indien er geen compensatie voor deze kosten wordt betaald (bijvoorbeeld in de vorm van subsidies).

#### **4. Conclusies**

In dit artikel is nagegaan in hoeverre de reguliere management accounting behulpzaam kan zijn bij het voorzien van informatie over de financieel-economische consequenties van integraal ketenbeheer. Daarbij kan een adequate kostenallocatie zowel een stimulans als een barrière vormen. In zowel Angelsaksische als Duitse literatuur wordt gewezen op de voor milieumanagement noodzakelijke aanpassingen van de reguliere management accounting.

Empirisch onderzoek toont aan dat het belang van management accounting bij integraal ketenbeheer aanzienlijk kan zijn. Bij de onderzochte bedrijven zijn aanpassingen in methoden voor investeringsselectie aangetroffen. Deze aanpassingen stimuleren de implementatie van voor ketenbeheer relevante investeringen. De boekhouding wordt in de toekomst van belang. Nochtans voorziet de boekhouding nog te weinig gedetailleerde informatie over milieukosten. Er is slechts een beperkt inzicht in de aard (kostensoorten) en omvang van milieukosten. Bovendien zijn de huidige kostprijscalculatiesystemen niet geschikt voor het inzicht geven in het effect van integraal ketenbeheer op de afzonderlijke kostprijzen van producten. Zowel de boekhouding als de kostprijscalculatiesystemen zijn kernelementen van de management accounting bij bedrijven. Gezien de tekortkomingen van deze elementen voor integraal ketenbeheer zijn verdere aanpassingen noodzakelijk voor het integreren van milieumanagement in de reguliere bedrijfsvoering. Bovendien heeft

management accounting een fundamentele tekortkoming. Zo richt de management accounting zich uitsluitend op de financiële consequenties van integraal ketenbeheer bij een bedrijf. Deze tekortkoming wordt zichtbaar wanneer andere bedrijven in de keten meer financiële voordelen hebben van een investering dan het bedrijf dat deze investering realiseert.

### **Literatuur**

- Becksmann, T. (forthcoming). *The use of environmental accounting in German industry and its integration into existing management accounting systems*, Erasmus Universiteit.
- Bouma, J.J. (1996). *Management Accounting and Environmental Management: a survey among German and Dutch companies*, artikel gepresenteerd op de 5th International Research Conference of the Greening of Industry Network, November 24-27, Heidelberg, Duitsland.
- Groene, J. de, P.Groenewegen en W.Hafkamp (1996). 'Milieugericht integraal ketenbeheer, een pakkend thema.' *Milieu* 11 (3): 98-102.
- Groene, J. de, M.R.J. Hermans (1996). 'Bedrijfseconomische implicaties van het sluiten van stofkringlopen: een analyse vanuit een bedrijf.' *Milieu* 11 (3): 112-122.

## VAARDIGHEDEN EN SAMENWERKING TUSSEN BEDRIJVEN VOOR HET OPLOSSEN VAN KETENPROBLEMEN

Frank den Hond

De stelling waarmee ik mijn presentatie wil beginnen is de volgende: Een ketengerelateerd milieuprobleem is niet perse hetzelfde als een milieuprobleem voor een onderneming. Een consequentie van deze stelling is dat integraal ketenbeheer niet perse aansluit bij de mogelijkheden die bedrijven hebben om milieuproblemen op te lossen.

### 1. Integraal ketenbeheer

Integraal ketenbeheer is een concept waarmee de Nederlandse overheid probeert samenhang in haar milieubeleid aan te brengen. Het gaat uit van de gedachte dat energieverbruik, emissies en de intensiteit van materiaalgebruik in materiaalstromen door economie en ecologie drastisch verminderd moeten worden. Energieverbruik, emissies en intensiteit van materiaalgebruik in producten worden ‘van wieg tot graf’ beoordeeld, dat wil zeggen in alle fasen van de levensduur van producten. Er zullen dusdanige maatregelen genomen moeten worden dat de milieubelasting van ketens (materiaalstromen of productketens) verminderd wordt zonder dat er sprake is van afwenteling van milieuproblemen in bijvoorbeeld plaats, tijd of ruimte. De metafoor van de ‘keten’ leidt veelal tot een gesimplificeerd beeld van de werkelijkheid: materiaalstromen en productketens zijn op complexe manieren fysiek en economisch aan elkaar gekoppeld; transformaties van materialen en stoffen in natuurlijke en industriële processen leiden tot complicaties; materialen, producten en diensten kunnen onderling en met elkaar gesubstitueerd worden; door een concentratie op de keten blijven actoren buiten de keten buiten beeld. Toch is het op zich een adequate metafoor. Immers, dankzij de metafoor van de ‘keten’ weet iedereen dat economische processen fysiek aan elkaar gekoppeld zijn via transformaties van materialen en producten, en dat transformaties vroeg in de keten van belang kunnen zijn voor milieu-effecten later in de keten. Dit laatste betekent echter ook dat er veelal meerdere manieren zijn om milieubelasting in de keten te reduceren en dat, omgekeerd keuzen die vroeg in de keten gemaakt worden, de mogelijkheden om later in de keten milieuproblemen te voorkomen beïnvloed worden. Inzicht in de keten is nuttig en wenselijk, maar leidt niet perse en direct tot een handelingsperspectief voor de actoren die de keten dragen. De pogingen die gedaan zijn om integraal ketenbeheer te vertalen tot een *management tool* zijn tot nu toe blijven steken in de aanbeveling dat ketenactoren moeten samenwerken om ketengerelateerde milieuproblemen op te lossen. Cramer (1996) stelt bijvoorbeeld dat bedrijven eerst een ‘integrale keten-analyse’ moeten uitvoeren waarin het

probleem en mogelijke opties voor verbetering worden verkend. Vervolgens worden de opties met elkaar vergeleken aan de hand van criteria als effectiviteit en kostenefficiëntie (op een *full-cost* basis). Het hangt van bedrijfsspecifieke omstandigheden af welke optie er gekozen wordt. Zij sluit af met de opmerking dat soms samenwerking tussen bedrijven in de keten nodig is om de gekozen optie te implementeren. Het is echter niet op voorhand duidelijk of de gekozen optie ook voor de beoogde samenwerkingspartner kostenefficiënt is, en of deze partner wel wil of kan samenwerken. In mijn perceptie is het weliswaar een loffelijk streven om bedrijven (en andere actoren) in de keten aan te zetten tot samenwerken om milieuproblemen op te lossen, maar is de beschrijving van milieuproblemen vanuit een ketenperspectief een andere dan die waar bedrijven mee te maken hebben.

Bedrijven zijn (mede-)veroorzakers van milieuproblemen en soms leveren zij een bijdrage aan het oplossen van milieuproblemen. Milieubelasting gaat noodzakelijkerwijze gepaard aan economische activiteit. Toch is niet alle milieubelasting door bedrijven een milieuprobleem. De milieubelasting door een onderneming wordt een probleem voor de onderneming indien andere actoren (*stakeholders* zoals de overheid, consumenten- en miliegroepen) deze milieubelasting onacceptabel vinden en indien zij mogelijkheden hebben om de belangen van de onderneming te schaden. De onderneming zal dit probleem in laatste instantie alleen kunnen oplossen door haar activiteiten anders te organiseren of door andere activiteiten te ondernemen. Recente theorievorming over vragen als: welke activiteiten onderneemt de onderneming, welke niet, en waarom, en hoe ontwikkelt zij nieuwe activiteiten, zijn mijns inziens relevant om te kunnen begrijpen of en hoe bedrijven milieuproblemen kunnen oplossen. Antwoorden op de eerste set vragen wordt in de Amerikaanse management literatuur ontwikkeld onder de noemer van de *resource-based view of the firm* (Penrose, 1959; Barney, 1991; Peteraf, 1993). Innovatietheorie geeft antwoord op de vraag hoe bedrijven nieuwe activiteiten ontwikkelen.

## 2. De resource-based view of the firm

Volgens de *resource-based view* verschillen bedrijven in de activiteiten die zij ondernemen en zijn deze verschillen relevant (Nelson, 1991). Activiteiten zijn de achtereenvolgende stappen in een productieproces die waarde toevoegen aan de daar voorafgaande activiteiten, alsmede die activiteiten die waardetoevoeging ondersteunen, zoals R&D, personeelsbeleid en administratie (Porter, 1985). Zij zijn ‘complementair’ indien zij elkaars waardetoevoeging versterken (Milgrom en Roberts, 1992). Om haar activiteiten te kunnen ondernemen heeft de onderneming hulpmiddelen (*resources*) nodig. Indien de hulpmiddelen van de onderneming zeldzaam, waardevol, moeilijk te imiteren en niet vervangbaar zijn, dan kunnen zij een bron van concurrentievoordeel voor de onderneming zijn (Barney, 1991). Sommige hulpmiddelen zijn traditionele productiefactoren, zoals land en kapitaal. Andere hulpmiddelen zijn minder ‘tastbaar’ (*tangible*), zoals contracten, eigendomsrechten, reputatie en merknamen. Daarnaast beschikt de onderneming over op kennis gebaseerde hulpmiddelen (Winter, 1987) die we de vaardigheden (*capabilities*) van de onderneming kunnen noemen. Zij omvatten de kennis, ervaring en individuele

vaardigheden (*skills*) van de werknemers, en de organisationele routines van de onderneming (Nelson en Winter, 1982). Omdat de vaardigheden van de onderneming op kennis gebaseerd zijn, moeten zij via een leerproces ontwikkeld worden, hetgeen een langdurig proces is dat een continue stroom van investeringen vergt (Dierickx en Cool, 1989). Zij dienen echter ook op peil gehouden te worden, omdat zij met de tijd kunnen verouderen (Itami, 1987), en ook omdat de concurrenten van de onderneming specifieke vaardigheden ontwikkelen waarmee zij het concurrentievoordeel van de onderneming kunnen aantasten. De vaardigheden van de onderneming kunnen moeilijk gearticuleerd worden, omdat zij samenhangen met de specifieke aard van de activiteiten waarin zij worden ingezet (Winter, 1987). Hierdoor is de onderneming tot op zekere hoogte beschermd tegen imitatie door andere bedrijven. Concurrenten kunnen weliswaar pogen de specifieke vaardigheden van de onderneming te imiteren, maar veelal zullen zij hierin niet slagen juist omdat het onduidelijk is wat nu precies de vaardigheden zijn die leiden tot concurrentievoordeel, en hoe de onderneming ze inzet (*causal ambiguity*; Lippman en Rumelt, 1982). De concurrent kan weliswaar substituerende vaardigheden ontwikkelen, maar daarmee keren we terug naar de vraag hoe de onderneming specifieke vaardigheden ontwikkelt en deze omzet in een concurrentievoordeel. De onderneming kan een concurrentievoordeel halen door haar specifieke vaardigheden in te zetten. Toch gaat dit minder makkelijk dan met generieke hulpmiddelen, omdat zij gebaseerd zijn op de ervaringen, kennis en individuele vaardigheden van haar werknemers (Kogut en Zander, 1992). Om ze te kunnen exploiteren moet de onderneming ze integreren in haar routines, waardoor enerzijds de productiviteit verhoogd wordt (de leercurve) en anderzijds een zekere mate van rigiditeit ontstaat. Vanwege concurrentie moet de onderneming echter ook haar vaardigheden van tijd tot tijd vernieuwen, of nieuwe vaardigheden ontwikkelen. Dit leidt tot een dilemma voor de managers van de onderneming (March, 1991). Niet alleen dient de onderneming haar vaardigheden op peil te houden, te perfectioneren, en vast te leggen in routines om ze meer efficiënt te kunnen exploiteren, tevens dient zij nieuwe kennisgebieden te exploreren, nieuwe vaardigheden te ontwikkelen, en deze in te passen in wat zij al kan en doet, dat wil zeggen, haar huidige vaardigheden te vervangen door nieuwe. Maar dat is nu juist een probleem; bestaande vaardigheden kunnen een obstakel zijn voor innovatie (Leonard-Barton, 1992).

### 3. Innovatietheorie

In de innovatietheorie is veel onderzoek gedaan naar de factoren die richting geven aan innovatie door de onderneming. Recente overzichtsartikelen zijn Cohen en Levin (1989) en Klevorick *et al.* (1995). Uit deze literatuur blijkt dat vooral drie factoren van belang zijn: marktvaart, technologische kansen en appropriabiliteit. Als er voldoende vraag is in de markt naar schone producten, dan zullen bedrijven zich proberen te onderscheiden van hun concurrenten door minder milieubelastende producten en productieprocessen te ontwikkelen. Als de onderneming mogelijkheden ziet om nieuwe technologie te ontwikkelen, om zo concurrenten op een relatieve achterstand te zetten (kostenvoordeel), dan zal zij dat niet gauw nalaten. En als zij denkt zich de verwachte winst uit de innovatie

toe te kunnen eigenen (appropriabiliteit; Teece, 1986), is dat een reden te meer om deze innovatie te willen uitbuiten. Echter, een onderneming heeft geen onuitputtelijke middelen om alle innovaties die aan deze criteria voldoen ook daadwerkelijk uit te voeren. Zij zal selectief moeten zijn. In dit verband suggereert de *resource-based view* dat ondernemingen vooral geneigd zullen zijn om die vaardigheden te ontwikkelen waarmee zij haar bestaande range aan activiteiten kan versterken. ‘Complementariteit’, ofwel de mate waarin een (nieuwe) activiteit de waardetoevoeging van de kernactiviteiten van de onderneming versterkt (Milgrom en Roberts, 1992), is dan een vierde factor die richting geeft aan innovatie (Den Hond, 1996b).

#### 4. Samenwerking

Hoe verhoudt zich nu de samenwerking tussen bedrijven die in integraal ketenbeheer belangrijk wordt gevonden tot de hierboven aangehaalde theorie? Zowel in de *resource-based view* als in innovatietheorie is over samenwerking geschreven. In beide theorieën is samenwerking een middel om toegang te krijgen tot die hulpmiddelen (kennis, technologie) waarover de onderneming niet zelf beschikt en die ze in verband met kosten niet zo snel geneigd zal zijn zelf te verwerven (Teece, 1986). Ook kan samenwerking met andere bedrijven een middel zijn om risico’s van innovatie af te wentelen of te delen (appropriabiliteit). In beide theorieën hebben bedrijven de keuze om nieuwe activiteiten, respectievelijk innovaties, zelf te ondernemen of te introduceren; dat in samenwerking met een partner te doen; of er van af te zien. Kiest de onderneming voor samenwerking dan staan verschillende vormen van samenwerking open. In mijn proefschrift (Den Hond, 1996a) heb ik een model ontwikkeld waarmee deze keuze door bedrijven voorspeld kan worden. Dit model staat samengevat in tabel 1.

Tabel 1. Samenwerking als functie van complementariteit, technologische kansen en appropriabiliteit.

	Complementariteit	Kansen	Technologische Appropriabiliteit	Resulterende Samenwerking
(a)	Hoog	Hoog	Hoog	Geen samenwerking maar integratie: innovatieve milieustrategie
(b)	Hoog	Hoog	Laag	Nauwe samenwerking
(c)	Hoog	Laag	Hoog	Samenwerking afhankelijk van resultaat kosten-baten analyse
(d)	Hoog	Laag	Laag	Gespecialiseerde subcontracting
(e)	Laag	Hoog	Hoog	Diversificatie, geen samenwerking
(f)	Laag	Hoog	Laag	Samenwerking op afstand
(g)	Laag	Laag	Hoog	Gestandaardiseerde subcontracting
(h)	Laag	Laag	Laag	Geen samenwerking, defensieve milieustrategie: ‘Keep the Dog Out’

De factor ‘marktvraag’ is niet in dit model opgenomen, omdat in de situatie die we bespreken de marktvraag niet direct relevant is. Immers, het milieuprobleem voor een onderneming is in laatste instantie een conflict met andere *stakeholders* waarin de

onderneming gedwongen wordt een oplossing te ontwikkelen. Er zijn uiteraard ook voorbeelden van bedrijven die uit zichzelf minder milieubelastende producten en productieprocessen hebben ontwikkeld, bijvoorbeeld omdat zij dachten kostenvoordeel te kunnen behalen of omdat zij kans zagen om met minder milieubelastende activiteiten marktaandeel te veroveren. In dergelijke situatie is er niet zozeer sprake van een milieuprobleem voor de onderneming. Integendeel, de onderneming probeert dan normale ondernemingsdoelstellingen als het genereren van winst en overleven op de lange termijn te realiseren met behulp van ‘milieu’.

Tabel 1 wordt als volgt gelezen. Indien de onderneming gedwongen wordt een milieuprobleem op te lossen, dat zoekt het in eerste instantie uit welke oplossingen er mogelijk zijn. In sommige gevallen blijkt het mogelijk om het probleem op meerdere manieren op te lossen, bijvoorbeeld met *end-of-pipe* oplossingen of door veranderingen in productontwerp of de productie. Oplossingen kunnen liggen bij de onderneming zelf of bij andere bedrijven in de keten. Men zou dit een geïntegreerde ketenanalyse kunnen noemen (Cramer, 1996). Vervolgens beoordeelt de onderneming elk van deze mogelijke oplossingen aan de hand van de drie factoren complementariteit, technologische kansen en appropriabiliteit. De onderneming zal geneigd zijn die oplossing te kiezen waarvoor complementariteit, technologische kansen en appropriabiliteit het hoogst scoren. Indien zowel complementariteit, technologische kansen en appropriabiliteit ‘hoog’ scoren dan leidt dit tot een oplossing waarin de onderneming geen samenwerking zoekt voor de verdere ontwikkeling en implementatie van deze oplossing. Bij een andere uitkomst van de beoordeling van een mogelijke oplossing kan het aantrekkelijk zijn om op de een of andere manier met andere bedrijven samen te werken bij de verdere ontwikkeling en implementatie van deze oplossing. Dit model heb ik in mijn promotieonderzoek getoetst, en in grote lijnen correct bevonden, met behulp van een case studie over de vraag hoe autofabrikanten oplossingen hebben ontwikkeld voor het afvalprobleem van afgedankte auto's (Den Hond, 1996a). Het ligt niet in de doelstelling van deze presentatie om over dit onderzoek hier verder uit te weiden. In plaats daarvan wil ik ingaan op de vraag wat de consequenties kunnen zijn van dit model voor de mogelijkheden van sturing van product- en materiaalstromen. Er is een aantal consequenties.

## 5. Discussie

De belangrijkste boodschap uit het voorgaande is dat bedrijven verschillen in de activiteiten die zij ondernemen, omdat zij beschikken over verschillende hulpmiddelen en vaardigheden. Dergelijke verschillen zijn van groot belang in het concurrentieproces; bedrijven streven ernaar zich te onderscheiden van hun concurrenten om zo meer winst, een groter marktaandeel, of betere kansen op overleven te creëren. De consequentie hiervan is echter dat bedrijven ook verschillen in de milieubelasting die zij veroorzaken, en in de mogelijkheden die zij hebben om milieuproblemen op te lossen. De heterogeniteit van bedrijven en de wil cq. noodzaak zich te onderscheiden geeft een onderliggende dynamiek aan product- en materiaalstromen waarvan de fysieke beschrijving slechts een flauwe

afspiegeling is. De impliciete boodschap van het 'kranenmodel' in het NMP uit 1989 is dat product- en materiaalstromen gereguleerd kunnen worden met behulp van een beperkt aantal input en output variabelen. Het is de vraag of dat zo is.

Bedrijven hebben beperkte mogelijkheden om milieuproblemen op te lossen. Enerzijds zou dit voor integraal ketenbeheer moeten betekenen dat aansluiting wordt gezocht bij de mogelijkheden die bedrijven wel hebben. Hoewel bedrijven niet tot primaire doelstelling hebben om milieuproblemen op te lossen, zijn er evenmin veel bedrijven die doelbewust en met plezier het milieu verontreinigen. Niet 'willen' maar 'kunnen' is de belangrijkste belemmering voor bedrijven om oplossingen te ontwikkelen voor milieuproblemen. Vanwege de verschillen tussen bedrijven, onder andere in hun mogelijkheden om milieuproblemen op te lossen, zullen de meeste bedrijven een zekere mate van vrijheid van handelen willen hebben om milieuproblemen op te lossen. Op deze manier kunnen zij de voor hen meest efficiënte oplossing kiezen en deze op de meest efficiënte wijze implementeren. Integraal ketenbeheer zou dan ook gericht moeten zijn op het versterken van de mogelijkheden van bedrijven om milieuproblemen op te lossen, bijvoorbeeld door de kosten en risico's van innovatie te verkleinen. Anderzijds hebben integraal ketenbeheer en milieubeleid in het algemeen voor verschillende bedrijven een verschillende betekenis. Voor sommige bedrijven kan integraal ketenbeheer een kans bieden om de vleugels verder uit te slaan, terwijl het voor andere bedrijven een moeilijk te nemen hindernis kan zijn. Het is goed zich te realiseren dat de overheid, door regels ten aanzien van milieubelasting op te stellen en te handhaven, ingrijpt in het concurrentieproces tussen bedrijven. Niet alleen worden door milieubeleid sommige bedrijfstakken onder vuur genomen en andere gestimuleerd, ook binnen bedrijfstakken kunnen sommige bedrijven gestimuleerd worden en andere niet, omdat bedrijven verschillende mogelijkheden hebben om oplossingen voor milieuproblemen te ontwikkelen.

Tot slot wil ik een voorzet geven tot een beoordeling van de verschillende typen milieubeleidsinstrumenten vanuit het hierboven gepresenteerde perspectief. Directe regelgeving, financiële instrumenten, vrijwillige overeenkomsten, en het zogenaamde sociaal instrumentarium appelleren elk anders aan de mogelijkheden voor bedrijven om oplossingen voor milieuproblemen te ontwikkelen. In veel gevallen beperkt directe regelgeving de vrijheid van handelen van ondernemingen. Er is reëel risico dat bedrijven gedwongen worden oplossingen te implementeren waarvoor zij niet de benodigde vaardigheden hebben of deze slechts tegen hoge kosten kunnen verwerven; in dergelijke gevallen zullen bedrijven de regelgeving tegenwerken. Financiële instrumenten bieden wat dat betreft meer vrijheid van handelen, maar noch het verhogen van de prijs van vervuiling, noch verhandelbare emissierechten zijn noodzakelijkerwijze effectief. De werking van het prijsmechanisme wordt bijvoorbeeld beperkt door prijselasticiteit, en onverwachte substituties kunnen optreden. Verhandelbare emissierechten hoeven evenmin effectief te zijn, bijvoorbeeld vanwege ongewenste geografische concentraties van verontreiniging en omdat er de verhandelbaarheid beperkt kan worden door grote verschillen in informatie tussen de betrokken partijen. Vrijwillige overeenkomsten behelzen een inspannings-



verplichting voor de onderneming om bepaalde milieudoelstellingen te realiseren. De overheid ziet af van directe regelgeving in ruil waarvoor de onderneming de vrijheid krijgt om op de voor haar meest efficiënte wijze deze doelstelling te realiseren. Vooral in die gevallen waarin het op te lossen milieuprobleem complex is (dat wil zeggen: er zijn veel oorzaak-gevolg relaties en er is een groot aantal ondernemingen betrokken bij de oorzaken van het probleem) en er (in eerste instantie) weinig kennis is over de oorzaken van, noch de mogelijke oplossingsrichtingen voor het probleem, lijken vrijwillige overeenkomsten geschikt voor de sturing van product- en materiaalstromen. Een voorwaarde voor het goed functioneren van vrijwillige overeenkomsten is echter dat er duidelijke lange termijn doelstellingen zijn en dat er een geloofwaardige sanctiedreiging staat op het niet realiseren van de doelstelling. Maar omdat een convenant het resultaat is van een onderhandelingsproces tussen overheid en industrie is de kans groot dat deze twee angels uit de overeenkomst geschrapt zijn voordat ze in werking treedt. Bovendien kunnen ook hier verschillen in informatie tussen de betrokken partijen de effectiviteit doen verminderen. Het sociaal instrumentarium, tot slot, biedt een oplossing voor die gevallen waarin bedrijven zich niet bewust zijn van de verontreiniging die zij veroorzaken. Echter, door het ontbreken van duidelijke milieudoelstellingen en dwang biedt het weinig incentives voor bedrijven om hun milieubelasting te verminderen. Dit wordt nog versterkt wanneer de onderneming geen kansen ziet om kostenvoordeel te realiseren of een groter marktaandeel te verwerven door op een minder milieubelastende wijze te produceren.

### Literatuur

- Barney, J.B. (1991). "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management* 11 (3):656-665.
- Cohen, W.M. & R.C. Levin (1989). "Empirical studies of innovation and market structure", in: R. Schmalensee en R.D. Willig (red.), *Handbook of Industrial Organization*, Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Cramer, J. (1996). "Experiences with implementing integrated chain management in Dutch industry", *Business Strategy and the Environment* 5 (1): 38-47.
- Dierickx, I. & K. Cool (1989). "Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage", *Management Science* 35 (12):1504-1511.
- Hond, F. den (1996a). *In Search of a Useful Theory of Environmental Strategy*, proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Hond, F. den (1996b). "De voorwaarden voor en de vorm van samenwerking bij integraal ketenbeheer: De ontwikkeling van recyclingsstrategieën door autofabrikanten", *Milieu* 11 (3):103-111.
- Itami, H. (1987). *Mobilizing Invisible Assets*, Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Klevorick, A.K., R.C. Levin, R.R. Nelson & S.G. Winter (1995). "On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities", *Research Policy* 24:185-205.
- Kogut B. & U. Zander (1992). "Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology", *Organization Science* 3 (3):383-397.

- Leonard-Barton, D. (1992). "Core capabilities and core rigidities", *Strategic Management Journal* 13:111-125.
- Lippman, S.A. & R.P. Rumelt (1982). "Uncertain imitability", *The Bell Journal of Economics* 13 (2):418-438.
- March, J.G.(1991). "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science* 2 (1):71-87.
- Milgrom, R. & J. Roberts (1992). *Economics, Organization and Management*, Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall.
- Nelson, R.R. (1991). "Why do firms differ, and how does it matter?", *Strategic Management Journal* 12:61-74.
- Nelson, R.R. & S.G. Winter (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Penrose, E.T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford: Basil Blackwell.
- Peteraf, M.A. (1993). "The cornerstones of competitive advantage", *Strategic Management Journal* 14:179-191.
- Porter, M.E. (1985). *Competitive Advantage*, New York (NY): The Free Press.
- Teece, D.J. (1986). "Profiting from technological innovation", *Research Policy* 15:285-305.
- Winter, S.G. (1987). "Knowledge and competence as strategic assets", in: D.J. Teece (red.), *The Competitive Challenge*, Cambridge (MA): Ballinger.

# **SOCIAL ORGANIZATION OF CROP PROTECTION TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE FOOD PRODUCTION CHAINS**

Esther Reijnen, Tessa Goverse, Peter Groenewegen

## **1. Introduction**

The current food system uses an industrial approach to agriculture and food production. The system is highly productive, it provides a selection of foods during every season. This industrial approach has caused several problems. For certain crops such as cereals, the agricultural practice in the European Union resulted in overproduction. The financial burden caused by supporting surpluses and pressure to bring food prices more in line with the world market prices made that the Common Agricultural Policy was changed in 1992. Moreover, the increase in environmental problems related to food and food production put pressure on the current system. As a consequence, the system is dynamic; different sets of actors have to adapt to changes in agricultural policy and environmental demands.

The linkages between human activities and environment are increasingly being viewed within the broader and longer-term framework of sustainability. In relation to food production, sustainability may be defined as securing food supply without irreversibly changing the environment. Although this is a widely used characterization, the organizational challenges linked up with this definition are usually not discussed sufficiently. In this paper one particular issue is highlighted: the social organization of crop protection technology for sustainable food production chains.

The current use of pesticides has a negative impact on the environment. Therefore, governments try to implement measures to reduce the emissions of pesticides to water, air and soil. Although problems caused by the use of crop protection technology are well documented, the reduction of the environmental burden of this particular technology still experiences difficulties. Government environmental and agricultural policy has problems with reducing the negative impact of pesticide use on the environment. In this paper we try to analyse these barriers for implementation from the food chain perspective. In our opinion this approach might be helpful in clarifying the problems that are found in the transition towards more sustainable food production chains.

The paper consists of three parts, Section 2 gives a general overview on Dutch policy related to crop protection technology. Section 3 focuses on the Dutch situation in the potato growing sector and the role of different actors involved. The final section discusses the

findings of sections 2 and 3 in a broader perspective and assesses the implications for policy aiming at a reduction of pesticide use in the agricultural production of field crops and fruits.

## 2. Dutch pesticide policy

The use of pesticides in Dutch agriculture causes two main environmental problems. First, it causes emissions which negatively affect the quality of water, air and soil. Second, it causes unwanted toxic effects on non-target organisms. As life cycle analyses of vegetable food production show, the use of pesticides appears to be the most dominant environmental problem (Van Zeijts and Reus, 1996). At the national (Dutch) and European levels policy has been developed to reduce the use of pesticides, thereby diminishing the negative effects for the environment. In this section we focus on Dutch policy.

As a result of the growing attention to the problems caused by pesticide use in agriculture and horticulture, the Dutch government adopted a Multi-Year Programme for Crop Protection (MJP-G, 1991). This programme consists of three main objectives: reduction of the quantity of pesticides used (in kilogrammes); reduction of the emissions of pesticides to water, air and soil; and reduction of the dependence on pesticides. These objectives are mainly addressed to one specific group: the farmers which use pesticides in agriculture or horticulture.

In 1993 an administrative agreement between the government, the farmers and the pesticide industry was signed in order to make the implementation of the Multi-Year Programme for Crop Protection possible. These groups state (according to their own judgements) that, until the first interim evaluation year 1995, they have been successful in achieving the first two objectives of the Multi-Year Programme for Crop Protection. Compared with the reference period 1984-1988 the quantity of pesticides used, has been reduced with 40 percent. The emission of pesticides to surface water has fallen by 72 percent, to soil and groundwater by 80 percent and to air by 43 percent (Commissie van Deskundigen, 1996). However, these percentages are not unambiguous (Van Rijn *et al.*, 1995). The reduction in quantity and emissions is mainly brought about by a considerable reduction in the use of soil disinfectants; not so much by reduction of the use of other groups of pesticides<sup>1</sup>. Even though a lot has already been accomplished in the area of the reduction of quantities used and emissions to the environment, it is generally stated that agricultural practices are not yet optimal. Since the easier and less painful measures have already been implemented, now a lot of complex and hard measures are needed to attain the long term objectives of the Multi-Year Programme for Crop Protection (Woittez, 1996).

---

<sup>1</sup> In the emission evaluation report of the Commission of Experts (1996) it is stated that the sale of disinfectants has reduced from 12,700,000 kg in 1986 to 2.350,000 kg in 1995. The sale of other pesticides shows a rise from 10,000,000 kg in 1986 to 10,638,000 kg in 1995.

Although the policy measures which directly focus on chemical substances have been rather successful in reducing quantity and emissions, the reduction of dependence on chemical pesticides is still in its infancy (RIVM, 1994). It is by definition that this third policy aim cannot be achieved by focusing on chemicals only. However, policy itself is still based on the assumption that crop protection by chemicals is essential for high productivity. A different approach to agriculture seems to be indispensable in order to achieve the third policy aim. In addition, there is also discussion about the success in reducing the dependence on chemical pesticides so far. That the achievements are judged in different ways, is partly caused by the fact that the phrase “dependence” has not been clearly defined (Rijnconsult, 1995). One of the remarkable omissions in the pesticide case is the lack of attention to the broader economic and social context. This appears to be at odds with the environmental policy principles.

In the National Environmental Policy Plan (NEPP, 1989), in which the environmental policy principles are formulated, closure of material flows, reduction of emissions and energy saving are important elements for chain management. As a result, monitoring, charting and tracing of leaks in material flows are important analytic instruments for the development of policy measures. Pesticide policy is largely based on this. Another step of the NEPP, which is not sufficiently incorporated in the pesticide policy, is the introduction of the concept of substance chain management. This concept is intended to cover both the material production system and the social forces governing it.

In the specific case of pesticides, there is a strong interaction between the flow of crop protection chemicals through the environment and the product chain of crops protected by these chemicals. The combination of a material flow analysis with the product chain reflects what the position is of the emitted material (*in casu* chemical pesticides) in the economic value chain of products (*in casu* crops). Actors within the product chain affect each other by economic interaction, thereby influencing the environmental performance of the production chain. Figure 1 shows the product chain-material flow interaction of chemical pesticides in the vegetable and fruit sector.

There are several issues that makes the product chain-material flow interaction for pesticides interesting. First, the end product hardly contains any toxic substances or derivatives. Within the existing health risks norms for residues, the consumer of the end product is not confronted with the environmental damage caused by the production of the endproduct. This is contrasting with other products like cars, where the users of the endproduct or the actors involved in waste management do face the environmental problems related to the materials used in the production process. Second, within the system as shown in figure 1, there is no clear economic relation between the actors suffering from the activities and the actors causing the environmental problems. Damage caused by chemical pesticides is diffuse and if relations can be demonstrated the actors involved often do not belong to the product chain. This is for example the case when pesticide emissions negatively affect the quality of sources used for drinking water. There is no economic relation between actors involved in crop production and

actors involved in drinking water production. The third and final point is that actors that do have an economic relation with the agricultural community often do not experience the negative side effects of the production stage. For example, the demands of supermarkets and consumers do affect the choice of cropping methods by farmers, but these do not experience the direct damage of the eventually caused environmental effects. In the implementation of pesticide policy so far, measures developed by the Dutch government mainly focus on the actors belonging to both the pesticide flow and the agricultural product chain: the farmers.

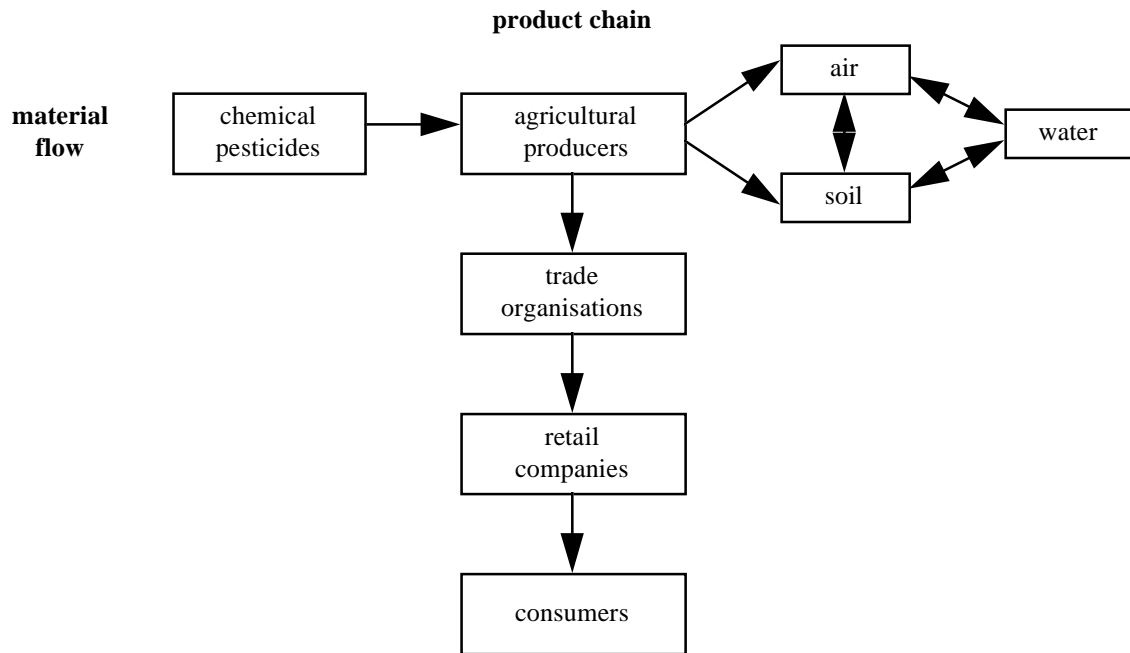


Figure 1. The product chain-material flow interaction of chemical pesticides in the vegetables and fruit sectors.

### 3. A case study on the potato sector

Section 3 described the Dutch policy on agriculture and pesticides and the importance of material flows as a base for environmental policy. It was argued that the agricultural policy focuses on farmers. Given the fact that the current policy is not effective enough in successfully diminishing the dependence on pesticides by agriculture, it can be argued that the organization of specific product chains and materials flows can give clues for improved policy. Such a starting point branches out from the position of farmers at the intersection between material flows and product chains. This section describes in more detail the product chain and its actors related to potato growing in the Netherlands.

Potato growing is an important factor in Dutch agriculture because it is responsible for the largest part of the total turnover in agriculture (Bijman, 1993). The sector is divided in consumption potatoes, seed potatoes and industrial potatoes. Seed potatoes are the basic material from which consumption and industrial potatoes are grown. Consumption potatoes

are intended for fresh consumption and for the processing industry which produces products like crisps and French fries. Industrial potatoes are mainly used for the production of starch.

Figure 2 gives an insight in the various actors involved in the product chain of potatoes. Only the so called 'free potatoes' (seed and consumption potatoes) are included, because they are grown for the free market. This is in contrast to industrial potatoes which are regulated by minimum prices as determined by the European Union.

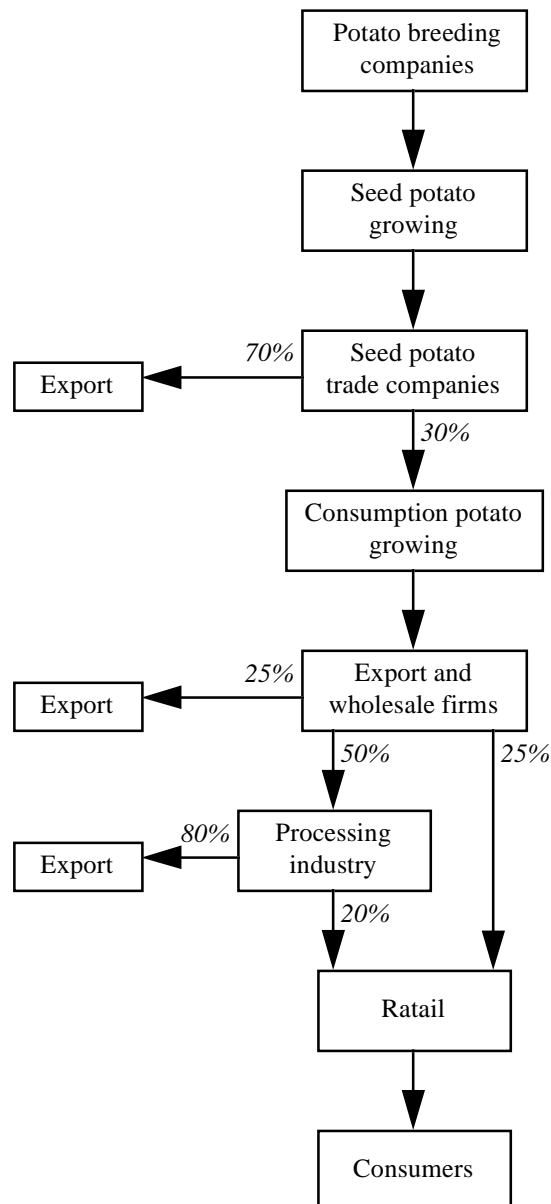


Figure 2. The product-chain for free potatoes (Bijman, 1993).

In the Netherlands, breeding activities and trade in seed potatoes are performed by trading houses. In the past there were special breeding stations, but through vertical integration their activity is taken over by trade companies. Two thirds of seed potatoes are distributed by cooperations and one third is distributed by private firms. Since the number of

companies in the seed potato sector has decreased, the trade companies have gained more power. Another reason for their increased power is the fact that they often have their own monopoly cultivars for which they can decide who can grow these cultivars. The relative amount of monopoly cultivars as compared to the 'free' cultivars is increasing. In most cases the only activity trade companies do *not* perform is the actual growing of the seed potatoes.

In the consumption potato sector the trade companies are also very powerful. Over 85% of the potatoes is sold by these companies to wholesale organizations, which in turn sell the potatoes to the retail business and the processing industry in the Netherlands and in other countries. The processing industry is highly concentrated; only six companies process over 80% of all consumption potatoes in the Netherlands.

In the Western-European markets product demands are increasingly set by supermarkets. Supermarkets have enlarged their power in the product chain through concentration and expansion, which affects all the other actors involved in the product chain. If these actors cannot fulfill the demands of the supermarkets, wholesale companies and distributive trade are threatened by vertical integration. Supermarkets state that they know better than the supply side of the agricultural product chain how the market is structured. Moreover, they argue that farmers are not enough market oriented and not flexible enough to deal with consumer trends. Potato trade companies are also confronted with this reproach.

The enforcement of the position of power of supermarkets has a negative impact on the number of the specialist stores. Although organic food stores have increased their market share, they are still marginal when compared to supermarkets. As stated earlier, the trade companies are also powerful actors. However, because they are situated at the supply side of the chain, they also are subjected to the power of the supermarkets which are situated at the demand side of the product chain (Belz, 1995).

Consumers play a special role within the discussion between the different actors involved in promoting sustainable agricultural production. It is argued that consumers are not willing to pay a premium price for sustainable products. Because of this, farmers who invest in sustainable production are placed at an insecure financial position. On the one hand, a large group of farmers is willing to produce in a more sustainable way but does not accept a decrease in income. On the other hand, consumers are only buying sustainably grown products if the price/quality ratio is not deteriorated. This situation resulted in an impasse. In this situation supermarkets state that only they can transmit consumer demands to the rest of the product chain. However, they have possibilities to influence the buying behavior through retail marketing instruments (NRLO, 1996).

Another important aspect that influences the use of pesticides in Dutch agriculture is the importance of export for the Dutch potato sector (see figure 2). In most cases foreign buyers have special product demands. To guarantee market share in foreign countries it is



necessary for traders and farmers to meet local requirements. Relative strict environmental regulations in the Netherlands cause a cost increase and this in turn can cause an unfavourable competitive position for Dutch farmers as compared to their foreign colleagues.

The description of the interests and positions in the product chain suggest that there is not much reason to expect cooperation on environmental issues. However, it has been demonstrated that groups of actors which operate outside the product chain can influence the decision process inside the product chain. In the potato growing sector a good example of actors outside the product chain which affect actors at the demand side of this chain is the so called 'Poisonous Potato' action (actie 'gifpieper'). In 1992 environmental pressure groups and consumer organizations negatively influenced consumer behaviour in buying a specific potato cultivar called "Bintje". This cultivar is known as being grown with large amounts of pesticides, thus causing a lot of environmental problems. Consumers were asked not to buy this cultivar. The Commodity Board for potatoes was confronted with diminishing sales and did not know how to react. The Dutch Institute on Sales Promotion of Agricultural Products was hired to turn the tide. Informing the retail organizations, which were confronted with difficult questions, was needed to stop the negative publicity. After a while, the parties involved decided that cooperation would be better than confrontation. In 1993 they agreed upon a covenant in which agreements were made about the reduction of the environmental burden by potato growers. Recently the Commodity Board, Friends of the Earth the Netherlands, the Foundation for Nature and Environment and the Consumer Board prolonged the covenant.

#### **4. Discussion**

In section 2 it was demonstrated that government has difficulties with tackling the pesticide problem, especially in the area of decreasing the dependency on pesticides and the reduction of particular chemicals. These problems are partly ascribed to the view on which pesticide policy is based. The analytic instruments which form the groundwork of policy development are discussed and illustrated by figure 1. The material flow of pesticides and the product chain for vegetables and fruits intersect in the agricultural production stage. Uptill now the actors in this stage (the farmers) have been the target of Dutch pesticide policy. However, in section 3 we demonstrated that among all the actors in the product chain, farmers experience the largest difficulties in changing pesticide use, due to several trends and changes in agriculture. In large parts of the sector farm economic results are under pressure, and little financial room remains to make environmental investments. Opposed to this development is an important trend in agrifood chains: due to upscaling and increasing insight in consumer behavior the economic power of large retail chains has increased. In the potato growing sector we have demonstrated such a shift in economic power from the supply side toward the demand side of the chain.

Although retail and consumer preferences increasingly affect the production practice of food products, it is not expected that they can cause a more sustainable agricultural production by themselves, because these actors are not directly interested in an advanced sustainable way of agricultural production. So it is expected that their bargaining power will not be used towards the goal of reducing dependence on chemicals in a way that is wished for in the Multi-year programme for Crop Protection. In short, it appears that the present pesticide policy is targeting too selectively on one group which is economically under heavy pressure and does not account for the fact that production methods, including the use of pesticides, are strongly dependent on the requirements made by large buyers of agricultural products.

We suggest that policy should go along with the shift of economic power from the supply side to the demand side of the vegetable and fruit product chain. Instead of directing policy toward farmers only, it should be aimed at the whole product chain, especially at those groups of actors within the chain with increasing power. This conclusion is underlined by section 32 which shows that it is possible for actors outside the product chain to accomplish changes within the food production chain by acting upon parties other than the farming community itself.

For policy purposes the chain perspective illuminates three sets of actors in the agrifood production system. The first group consists of the various actors currently involved in the product chain: agricultural producers, food processors, retailers and distributors, and consumers. The second group consists of the actors involved in the pesticide flow through the environment, including environmental authorities and water boards. The third group consists of social actors outside both the material flow and the product chain, such as consumer organizations and environmental pressure groups. In order to continue the reduction of the quantity of chemical pesticides used, further reduction of emissions to the environment and especially the reduction of the dependence on chemicals, it appears that a policy change is desirable. Government policy concerning pesticide use can benefit from the experiences of the social actors, because pressure on actors at the demand side may result in a firmer economic basis for change in crop protection technologies. Furthermore, government can play an active role in developing a new pesticide policy in which all three sets of actors are mobilized. Still it will be difficult to design the right type of actions.

In this paper we have tried to develop insights from the product chain perspective on why the current pesticide policy is not effective with regard to the dependence objective. We formulated some suggestions in order for policy to be more effective. However, in the analysis some interesting questions remain. We like to bring up three questions for further discussion. First, is it desirable if governments interfere in the social organization on agriculture and pesticides as suggested by the conclusion that policy should take advantage of the shift in economic power from the supply side to the demand side of the product chain? Second, can and/or should the costs of the negative environmental effects caused by the use of pesticides be internalized in agricultural endproducts in order to help the (relative

powerless) actors involved in the pesticide flow through the environment? Finally, should policy makers incorporate a whole new approach to agriculture, by leaving the assumption that crop protection by chemicals is essential for high production, even before changes in policy in a way as suggested in this paper can be made?

### References

- Belz, F. (1994). 'Ökologischer Strukturwandel in der Schweizer Lebensmittelbranche.' In: T. Dyllick e.a. (red.) *Ökologischer Wandel in Schweizer Branchen*, 347-399. Bern: Verlag Paul Haupt.
- Bijman, W.J. (1993). *Ontwikkeling en introductie van genetisch gemodificeerde aardappelen in Nederland*, Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO) Den Haag, The Netherlands, p.28-47.
- Commissie van Deskundigen (Committee of Experts) (1996). *Emissie-evaluatie MJP-G. MJP-G Emissie Evaluatie*, Ede, The Netherlands.
- MJP-G (Multi-year programme for Crop Protection) (1991). Tweede Kamer, Vergaderjaar 1990-1991 nr. 21667 nrs. 3 en 4, *Meerjarenplan Gewasbescherming*. SDU Uitgeverij Den Haag, The Netherlands.
- NMP (National Environmental Policy Plan) (1989). Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague, The Netherlands.
- NRLO (1995). *Consument, Voeding en Milieu*, NRLO Den Haag, The Netherlands.
- Rijn, J.P. van, N.M. van Straalen en J.Willems (1995). *Handboek Bestrijdingsmiddelen, Gebruik & Milieu-effecten*, VU Uitgeverij Amsterdam, The Netherlands.
- Rijnconsult (1995). *Rapport Quick Scan Meerjarenplan Gewasbescherming*, Rijnconsult Den Haag, The Netherlands.
- RIVM (National Institute of Public Health and Environmental Protection) (1994). *National Environmental Outlook 3 1993-2015*, Bilthoven, The Netherlands.
- Woittiez, R. (1996). *Presentatie van MJP-G Emissie Evaluatie*, Ede, The Netherlands.
- Zeijs, H. van en J.A.W.A. Reus (1996). *Toepassing van LCA voor agrarische produkten. 4A: ervaringen met de methodiek in de case akkerbouw*. Den Haag, Centrum voor Milieukunde Leiden, Centrum voor Landbouw en Milieu, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO).

## **INSTITUTIES EN STRUCTUUR VAN DE AFVALSECTOR IN RELATIE TOT HET EINDVERBRUIK**

Maarten Wolsink en Paulien de Jong

### **1. Inleiding**

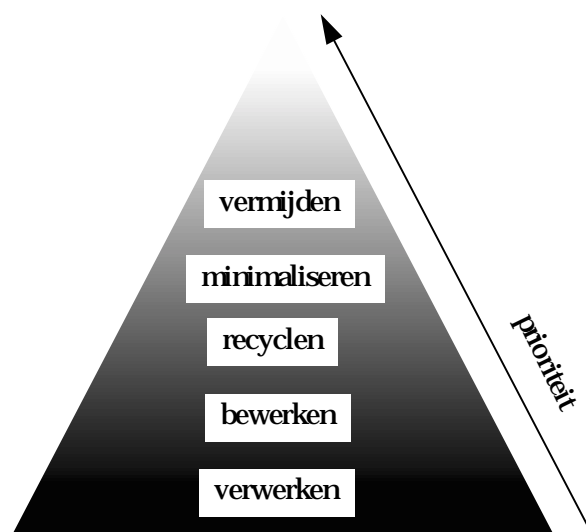
Vooraf om redenen van milieubelasting is het noodzakelijk om het drinkwaterverbruik te beperken, het energieverbruik te beperken en de wijze van opwekking aan te passen, en afvalstromen te verminderen en anders te behandelen. Van oudsher zijn de organisaties in de betreffende sectoren daar niet op ingericht en het wijzigen van de doelen die in deze nutssectoren nagestreefd worden stuit op diverse institutionele belemmeringen. Binnen de elektriciteitssector is het al vrij lang gebruikelijk om te proberen invloed uit te oefenen op de verbruikers. Dat wordt Demand Side Management (DSM) genoemd. Het belangrijkste doel daarbij was altijd de opgestelde opwekkings- en distributiecapaciteit zo efficiënt mogelijk te gebruiken, wat soms leidde tot het stimuleren van gebruik tijdens 'daluren'. Het beïnvloeden van verbruikers teneinde energie te besparen valt ook onder DSM, zij het dat hier tot nu toe minder instrumenten voor zijn ingezet (Nadel, 1992).

Op een aantal punten in de materialen- en energiestromen in de maatschappij spelen collectieve voorzieningen een cruciale rol. Voor de levering van energie en water en voor de verwijdering van afvalstoffen zijn, in veel gevallen na een korte periode van particulier initiatief, openbare nutsbedrijven ontstaan, terwijl er op dit moment juist weer een tendens is in de richting van privatisering (Tellegen *et al.*, 1996). Om diverse redenen, zoals hygiëne bij water en afval, en betrouwbaarheid en schaalvoordelen bij energie, zijn deze voorzieningen er decennia lang op gericht geweest het eindverbruik te verhogen. Inmiddels is het opportuun om de organisaties die de collectieve voorzieningen uitvoeren mede te richten op beperking van het eindverbruik. DSM-activiteiten vanuit de sector, gericht op vermindering en aanpassing van eindverbruik, zouden in alle sectoren met een belangrijk aandeel in de milieubelasting op gang moeten komen. Ons onderzoek is op dit moment gericht op twee sectoren, te weten afvalverwijdering en de elektriciteitsvoorziening, en een vergelijking van die twee op bepaalde punten, zoals de tariefstructuur (Slingerland en De Jong, 1996). Hier geven we voornamelijk de stand van zaken van ons onderzoek naar structuur van de afvalsector, de belemmeringen die de structuur oplevert voor afvalbeperking, en de mogelijkheden om de structuur meer te richten op afvalbeperking.

## 2. Het afvalbeleidsprobleem

Het vinden van een geschikte definitie voor het begrip afval is geen eenvoudige zaak: er kan alleen een normatieve invulling aan gegeven worden. De omschrijvingen stellen de waarde voorop: het gaat om stoffen die voor de houder nauwelijks of geen waarde of zelfs een negatieve waarde hebben. De definitie van afval in de Wet MilieuBeheer is “alle stoffen, preparaten of andere producten, waarvan de houder zich - met het oog op de verwijdering daarvan - ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of moet ontdoen.” Een sluitende fysieke definitie voor afval is niet te geven, omdat stoffen, preparaten of producten, die door vele handen gaan en in vele vormen en samenstelling voorkomen, pas een probleem worden als ze aan de materielevenscyclus onttrokken worden en zich -al dan niet verwerkt- door het milieu (bodem, lucht of water) verspreiden. Het is daarom zaak deze cyclus zo goed mogelijk gesloten te houden en te voorkomen dat er afval ontstaat en milieubelasting plaatsvindt. Vooralsnog is dat zeer moeilijk. Economische groei en welvaartsstijging hebben in de laatste decennia geleid tot een snelle toename van de omvang van afvalproblemen. Daarnaast hebben economische en technologische ontwikkelingen enerzijds geleid tot een vermenging van stoffen in producten en anderzijds tot de productie van steeds meer milieuvreemde of milieugevaarlijke stoffen.

Voorop moet staan, dat zoveel mogelijk voorkomen wordt dat afval ontstaat. Officieel staat afvalpreventie dan ook in het beleid in Nederland en de andere EU landen voorop. De hiërarchie zoals in figuur 1 te zien is, geeft de prioriteiten in de behandeling van afval weer. Wilson (1996) geeft in een overzicht van EU landen aan dat in de praktijk de investeringen juist niet in de top van de hiërarchie plaats vinden, maar vooral op het niveau van ‘verwerking’ en ‘bewerking’. Dat betekent dat veel landen voor een belangrijk deel nog investeren in dumpen en sommige andere landen, waaronder Nederland, vooral in verbranden, zij het soms in combinatie met elektriciteitsopwekking.



Figuur 1. Beleidshiërarchie afval (Wilson, 1996, p.386).

De investeringen in Nederland zijn ook in belangrijke mate gericht op afvalverwerking. In 1990 werd bijna een verdrievoudiging van de afvalverbrandingscapaciteit voorzien, overigens niet alleen vanwege de groei van de afvalstroom. Een belangrijk deel was nodig voor de beperking van het storten. Inmiddels is die planning naar beneden bijgesteld (AOO, 1995). Op diverse plaatsen blijkt de oude planning een overcapaciteit aan verbrandingsinstallaties op te leveren en bij de realisatie van installaties is men veelal op aanzienlijk verzet vanuit de bevolking en lokale actiegroepen gestuit. Niettemin is de praktijk van het beleid nog steeds niet in overeenstemming met de hiërarchie van figuur 1. De huidige tendens van groei in de hoeveelheid te verbranden afval zou moeten worden omgebogen. De doelstelling van de afvalsector zou niet slechts moeten zijn om het afval zo betrouwbaar mogelijk en zo goedkoop mogelijk te verwijderen en te verwerken. De doelstelling moet worden uitgebreid met het stimuleren van alle mogelijke manieren van beperking van het aanbod van afval.

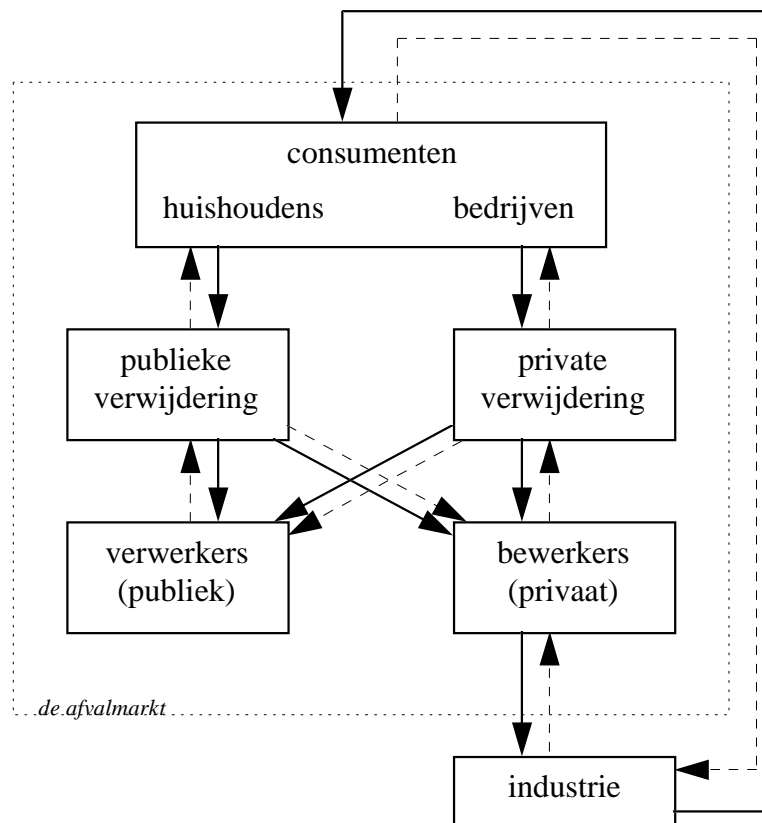
De uitgangstelling van het onderzoek is dat er momenteel onvoldoende stimulans uitgaat richting afvalproducenten, om het aanbod te beperken. Dat dergelijke stimulansen ontbreken heeft onder andere te maken met de wijze waarop de afvalsector georganiseerd is. De inter-organisatorische structuur is niet gericht op zuinig gebruik van de voorzieningen, maar op betrouwbaarheid, lage kosten en het handhaven van historisch gegroeide belangen in de afvalverwerking. Voor effectief DSM is niet alleen nieuw beleid in de vorm van wetten en maatregelen noodzakelijk, noch is het herformuleren van doelstellingen van bestaande organisaties in de sector voldoende. Over het algemeen moet beleid geïmplementeerd worden door andere actoren dan de beleidsvoorbereidende en -formulerende instanties. Deze actoren hebben eigen doelstellingen en belangen, die anders zijn dan die van de beleidsmakers. Voor een analyse van de (on)mogelijkheden van beleid moet de structuur van het beleidsveld in ogenschouw worden genomen (Pressman en Wildavski, 1984).

### **3. De Nederlandse afvalsector**

De onderlinge verhoudingen van de organisaties in de afvalsector in brede zin zijn onderwerp van ons onderzoek. De sector bestaat uit actoren die daadwerkelijk op enig moment afval in bezit hebben, de afvalindustrie, en overigens alle andere actoren die zich met de ontwikkelingen en beleid op afvalgebied bemoeien, zoals overheidsorganen, belangengroepen, overkoepelende organisaties, onderzoeks- en adviesgroepen. Het gaat dus om organisaties werkzaam op de afvalmarkt en/of betrokken bij de formulering of uitvoering van afvalbeleid.

In figuur 2 zijn de stromen door de afvalmarkt schematisch weergegeven. Cruciaal hierin is dat geldstromen gewoonlijk in tegengestelde richting als materiaalstromen gaan, met één belangrijke uitzondering. Publieke inzamelaars betalen private bewerkers voor hun diensten, terwijl private inzamelaars selectiever kunnen zijn en zich kunnen beperken tot waardevolle materialen waarvoor zij dan ook door bewerkers betaald worden.

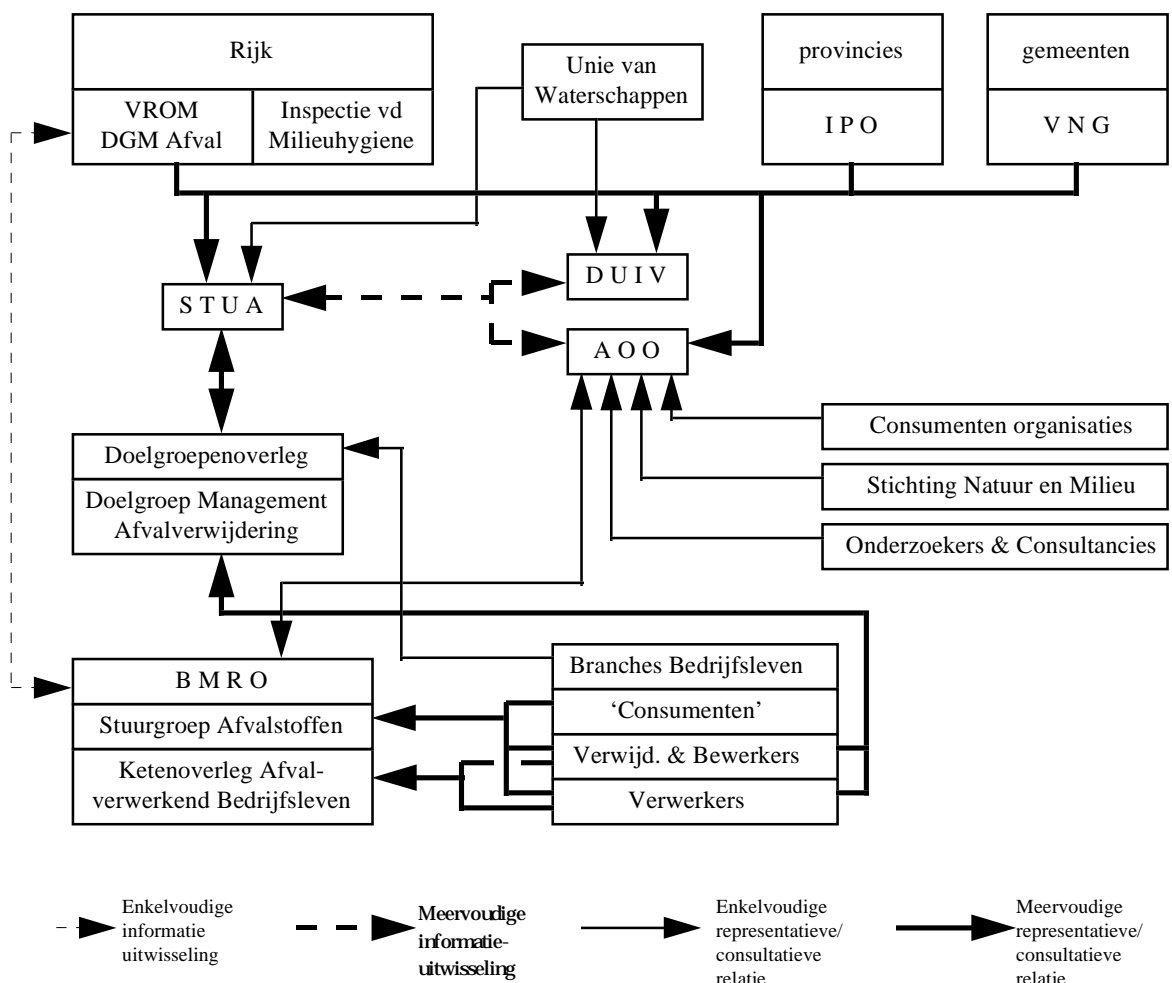
De belangrijkste conclusie van de analyse van de Nederlandse situatie is dat er inderdaad belemmeringen voor de implementatie van de belangrijkste prioriteiten in het beleid in de afvalmarkt aanwezig zijn. Meestal heeft dat te maken met belangenverstrengeling. Bijvoorbeeld: vanwege hoge investeringen in verbrandingscapaciteit bestaat er een belang in lange termijn afvalaanbod, terwijl de schaal en lange afschrijvingstermijn het verbranden kunstmatig betaalbaar maakt. Zodra verbrandingsinstallaties bestaan beginnen ze afval aan te trekken, zeker wanneer ze ook nog eens met energieopwekking verbonden zijn. Verbrandingsinstallaties zijn veelal in handen van organisaties die ook betrokken zijn bij inzameling. Zij vertonen de neiging om hun inzameling in dienst te stellen van het optimaal benutten van de verwerkingscapaciteit. Private inzamelaars, die in ieder geval bedrijfsafval inzamelen, kunnen daarvan profiteren, want zij zijn niet gebonden aan een verwerker. Ze kunnen relatief lage verbrandingsstarieven bedingen hetgeen de prikkel tot afvalbeperking afzwakt.



Figuur 2. Stromen van materiaal en geld in afvalmarkt, (De Jong en Wolsink, 1996). Ononderbroken pijlen representeren materiaalstromen (afval, producten); onderbroken strepen geld.

De relaties in de afvalsector gaan evenwel veel verder dan alleen transacties van materialen en geld. Er is participatie in andere organisaties, er zijn wettelijke interacties (bv. vergunningverlening), uitwisseling van ideeën en informatie, er bestaan gezamenlijke activiteiten. In figuur 3 zijn de belangrijkste van de relaties in de sector weergegeven.

Ook hier zijn voorbeelden te geven van het bestaan van belemmeringen voor afvalbeperking. In het beleidsnetwerk is formeel VROM de eerstverantwoordelijke actor. Centraal in het netwerk staat echter het AOO, dat in hoge mate beleidsbepalend is en de meeste aandacht gaat op dat niveau uit naar planning en infrastructuur, faciliteiten die voornamelijk verbonden zijn aan bewerking en verwerking. Cruciaal is dat de implementatie van wat officieel de primaire beleidsdoelen zijn, niet centraal staat in de organisatiestructuur. Concrete implementatie van beleid gericht op afvalpreventie en hergebruik is meer perifeer in het netwerk. Informatie uitwisseling en onderhandelingen over condities en doelen voor bedrijfstakken vinden plaats tussen DGM Afval, het BMRO en brancheorganisaties. Aan dit 'doelgroepenoverleg' nemen de provincies, de gemeenten en de belangengroepen niet deel.



Figuur 3. De belangrijkste relaties tussen organisaties binnen de afvalsector (IPO: Inter-Provinciaal Overleg; VNG: Vereniging van Nederlandse Gemeenten; STUA: Stuurgroep Afval; DUIV: Bestuurlijk overleg DGM-A, Unie van Waterschappen, IPO, VNG; AOO: Afval Overleg Orgaan; BMRO: Bureau voor Milieu en Ruimtelijke Ordening VNO-NCW) (bron: De Jong en Wolsink, 1996)



#### 4. Buitenlandse case-studies

Om de mogelijkheden te onderzoeken voor verbeteringen in de structuur worden naast de Nederlandse situatie case onderzoeken in het buitenland uitgevoerd. Op grond van een verkenning van de afvalsituatie in elf landen zijn drie cases geselecteerd voor gedetailleerd onderzoek. Deze drie zijn: New Jersey, als geval waar met directe regulering geprobeerd wordt tot afvalpreventie te komen, Noordrijn-Westfalen, als voorbeeld van een afvalmarkt waarin productverantwoordelijkheid is ingevoerd, en Denemarken, als geval waar de overheidsbemoeienis in de planning en sturing is verminderd ten gunste van marktgerichte instrumenten.

Het onderzoek naar deze cases is nog niet afgerond. Met name de Deense studie wordt nog uitgevoerd en een vergelijking van de cases heeft ook nog niet plaatsgevonden. Als voorbeeld zullen we hierna de conclusies van de case Noordrijn-Westfalen weergeven. Wat betreft New Jersey is de hoofdconclusie dat de directe regulering van de afvalmarkt door de overheid zeker niet heeft geleid tot afvalreductie. Regulering van afvalstromen is met juridische middelen vormgegeven, maar de middelen om de sterke regulering te controleren en af te dwingen ontbreken. Bovendien is de regulering op sommige punten met succes met juridische middelen bestreden. Voor Denemarken zijn de eerste resultaten dat de marktgerichte instrumenten, zoals een afvalverwerkingsbelasting, maar beperkt resultaat opleveren. Bovendien blijkt de terugtrek van de overheid als sturende actor in de afvalsector voor een groot deel schijn, omdat een relatief groot deel van de afvalmarkt in handen is van lagere overheden.

#### 5. Productverantwoordelijkheid: DSD

Sedert 1991 is in Duitsland de Verpackungsverordnung van kracht, hetgeen inhoudt dat op verpakkingsafval het principe 'de vervuiler betaalt' van toepassing is. De bedoeling van de verordening is dat industrieën verpakkingsmaterialen terugnemen, hergebruiken of recycleren, terwijl daarnaast het inzamelingssysteem voor huishoudelijk afval intact blijft (Fishbein, 1994). In de praktijk heeft dit geleid tot de oprichting van DSD (Duales System Deutschland), dat zorgt voor een collectief systeem van inzameling en sortering van verpakkingsafval. De financiën moeten binnenkomen met het systeem van de licenties voor het gebruik van het Grüne Punkt op de verpakking.

De verordening heeft wel positieve gevolgen gehad, maar het totaalbeeld is zeker niet onverdeeld gunstig. Positief is dat het totale verpakkingsverbruik is gedaald met 4% in 1993. De ingezamelde verpakkingen worden in principe ook niet meer gestort.

Verder zijn er echter aantal twijfelachtige ontwikkelingen en negatieve tendensen. Het verpakkingsafval mag ook niet verbrand worden, maar dit verbod wordt ontkracht door de herdefinitie van recycling. Verbranding met energieopwekking wordt als materiaalhergebruik gedefinieerd, hetgeen als twijfelachtig moet worden beschouwd (Powell, 1993). Bovendien is er nog een nieuwe ontwikkeling van het 'hergebruik' van kunststoffen als

reductiemateriaal in staalfabrieken. In beide gevallen is meestal geen sprake van hoogwaardige hergebruikstoepassing en het zijn dan ook geen activiteiten die in overeenstemming zijn met de hiërarchie van fig. 1. Nu is de neiging om verbranding in combinatie met energieopwekking als recycling te beschouwen niet beperkt tot Duitsland. De afvalmarkt vertoont internationaal een sterke neiging tot verbranden in plaats van bewerken en er bestaan sterke lobby's voor het herdefiniëren van energieopwekking als recycling (Gandy, 1994). In Duitsland heeft herdefinitie van recycling plaatsgevonden onder sterke druk van met name de kunststofindustrie. Het DSD systeem heeft de ontwikkeling evenwel versterkt. Er zijn namelijk georganiseerde belangen die zich met DSD en de afvalverwerking zijn gaan bemoeien. De belangrijkste zijn die uit de energiesector. Er zijn een paar financiële crises van DSD geweest, die met kapitaal van buiten opgelost moesten worden. Kapitaal dat bij energiegianten als RWE in ruime mate voorhanden was, terwijl de energiebedrijven kennelijk een groot strategisch belang herkennen in investeringen in de afvalmarkt en de verwerkings- en bewerkingsinfrastructuur.

Er zijn een paar twijfelachtige gevolgen verbonden aan het ontstaan van DSD. Deze zijn samengevat:

- Kleine ondernemingen die sorteer- en inzamelactiviteiten ondernemen zijn uit de markt gedrukt.
- Met het DSD systeem wordt nauwelijks preventie gestimuleerd. De investeringen worden gericht op het lager in de hiërarchie staande recyclen en terugwinnen. Daaroverheen komt nog de trend om de begrippen hergebruik en recycling uit te breiden met laagwaardige toepassingen. De belangen hierachter hebben DSD voor een belangrijk deel in handen.
- Het DSD systeem is grotendeels in de macht geraakt van enkele grote energiebedrijven (Benzler *et al.*, 1995). Dit is nadelig is voor hergebruik, want energiebedrijven hebben belang bij 'thermische recycling' (verbranden) en zij hebben geïnvesteerd in bedrijven die niet gericht zijn op preventie maar op bewerking van afval.
- Er is in sterke mate kartelvorming in de afvalmarkt opgetreden, zowel aan de aanbod als aan de vraagkant.
- DSD heeft een dominante positie op de afvalmarkt verworven (op sommige punten een monopolie), hoewel maar een beperkt deel van het huishoudelijk afval verpakkingsafval is (ca. 30% gewicht, 50% volume). Dat betekent dat de machtsconcentratie binnen DSD ook gevolgen heeft voor de rest van de afvalmarkt.

De conclusie ligt voor de hand om voorlopig nog niet te snel over te gaan op een soortgelijk systeem in Nederland. Daarmee is het principe van productverantwoordelijkheid overigens niet als slecht gekwalificeerd. Het is slechts de vraag of de wijze waarop hieraan in Duitsland is vorm gegeven wel zo aanbevelenswaardig is. In ieder geval blijkt ook in de gevalstudie Noordrijn-Westfalen dat succesvolle implementatie van een in principe goed

beleidsprincipe sterk afhankelijk is van institutionele en structurele variabelen binnen de sector waar het moet worden toegepast.

### Literatuur

- AOO (1995). Afval Overleg Orgaan. *Ontwerp tienjarenprogramma afval 1995-2005*, Utrecht.
- Benzler, G., M. Halstrick-Schwenk, P. Klemmer and K. Löbbe (1995). *Wettbewerbskonformität von Rücknameverpflichtungen im Abfallbereich*, Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Essen, FRG.
- Fishbein, B.K. (1994). *Germany, Garbage, and the Green Dot. Challenging the Throwaway Society*, Inform, New York, NY, USA.
- Gandy, M. (1994). *Recycling and the Politics of Urban Waste*, Earthscan, London.
- Jong, P. de (1996). *Producers responsibility in North Rhine Westphalia (Germany)*, internal report. IVAM, University of Amsterdam, the Netherlands.
- Jong, P. de, en M. Wolsink (1996). "The structure of the Dutch waste sector and impediments for waste reduction", *Waste Management & Research* 14 forthcoming.
- Powell, J. (1993). "Thermal Plastics Processing: Is it Recycling?", *Resource Recycling* (May), 52-55.
- Nadel, S. (1992). "Utility Demand Side Management Experience and Potential - A Critical Review", *Annual Review of Energy and the Environment* Vol.17, Annual Review Inc., Palo Alto, Cal., USA.
- Pressman, J.L. and A. Wildavski (1984). *Implementation*, (3rd ed.). University of California Press, Berkeley, Cal., USA.
- Slingerland, S. en P. de Jong (1996). "Reduction of Waste and Electricity Demand in the Netherlands: similar Problems, similar Solutions?", Greening of Industry Network Conference, Heidelberg, Germany, November 24-27, 1996.
- Tellegen, E., P. de Jong, S. Slingerland, S. Wijmer & M. Wolsink (1996). "Nutsbedrijven en de beperking van huishoudelijk milieugebruik", *Amsterdams Sociologisch Tijdschrift* 23 (1) 218-241.
- Wilson, D.C. (1996). "Stick or Carrot? The Use of Policy Measures to move Waste Management up the Hierarchy", *Waste Management & Research* 14 (4) 385-398.

## VERANDERENDE INSTITUTIES OP WEG NAAR DUURZAME PRODUCTIE EN CONSUMPTIE

W. Biesiot en H.C. Moll

### 1. Inleiding

De problematiek van sturing van product- en materiaalstromen wordt veelal onderzocht en beschreven vanuit een optiek die zich kenmerkt door:

1. een dominant mono-disciplinaire benadering, soms in combinatie met aanvullingen vanuit andere wetenschappelijke en/of technische disciplines (b.v. de standaard-LCA).
2. een keuze voor ofwel een top-down benadering (benaderingen die starten op een maatschappelijk macro-niveau, waarvan vervolgens de gevolgen op lagere niveaus worden aangegeven - veelal scenario-exercities) ofwel een bottom-up aanpak (die start op het micro-niveau van een bepaalde stroom of een dito product).
3. een keuze ten aanzien van de mate waarin ingrijpende maatregelen in discussie worden gebracht (gericht op beschrijven van de status quo, op het aangeven van verbeteringen in het hier en nu, danwel op de gevolgen van een drastisch herontwerp van de betrokken materialen/producten).

De verwevenheid van technische-wetenschappelijke, economische, gedragsmatige en institutionele aspecten van het sturingsprobleem is op alle niveaus zo sterk, dat de boven aangeduide keuzes de problematiek te drastisch beperken, en daardoor in veel gevallen een onjuiste schets van de oplossingsmogelijkheden geven.

Het is mogelijk om deze bezwaren te omzeilen door keuze van een geschikte onderzoeksstructuur. In deze bijdrage wordt hiervan een voorbeeld beschreven aan de hand van enkele onderzoeksprogramma's zoals die deels in het recente verleden zijn en deels in het heden worden uitgevoerd bij de IVEM in samenwerking met andere instituten. In het kader van deze presentatie is het uiteraard onmogelijk om de diverse onderzoeken en detail te schetsen; hier wordt volstaan met het aangeven van de hoofdlijn en zij de lezer verwezen naar de referenties voor nadere informatie.

Als eerste onderdeel komt het Actor-Fase model aan de orde, dat zich met name richt op een multidisciplinaire benadering op het micro-niveau van producten. Vervolgens wordt in paragraaf 3 ingegaan op een aggregaat uit deze aanpak: het HOMES-project. Hierin staan de belangrijkste stromen van materialen en producten door de huishoudens centraal. Paragraaf 4 stelt een andere vervolg-richting op het AFG-model aan de orde, nl. de combinatie van technisch-wetenschappelijke kennis met inzichten en technieken uit het werkterrein van de huishoudwetenschappen teneinde substitutiemogelijkheden van producten te verkennen. Hier wordt ook een koppeling tussen het

micro-niveau en het meso-niveau van industrie en dienstensector gelegd. In paragraaf 5 komt het SCAN-programma aan de orde, waarin de hiervoor aangeduide resultaten worden gebruikt voor de constructie van een laag-energie/CO<sub>2</sub> scenario voor Nederland. Dit impliceert een koppeling van de diverse niveaus's van beschrijving van de product- en materiaalproblematiek. Paragraaf 6 bevat enkele conclusies die zowel betrekking hebben op de inhoud als op de structuur van de onderzoeksprogramma's.

## 2. Het Actor-Fase model

Het Actor-Fase model voor Gedragsverandering in verband met Energiebesparing (AFG-model) is enkele jaren geleden ontwikkeld voor de NOVEM in een samenwerkingsverband van de vakgroep Psychologie van de RUG en de IVEM. Centraal stonden uitvoerbaarheid en maatschappelijke gevolgen van een versnelde energiebesparing. Binnen het project is de analyse uitgevoerd vanuit een meervoudig (energiekundig, sociologisch en psychologisch) gezichtspunt. Dit heeft geresulteerd in een stappenplan, dat in case-studies is toegepast en verder ontwikkeld (Wiersema *et al.*, 1990; Jager *et al.*, 1992, 1993, 1994). Besparing wordt hier opgevat als "het binnen een welomschreven systeem toepassen van substituties met als doel het verminderen van de inzet van niet-hernieuwbare hulpbronnen". De relatie met het workshop-thema is evident: het gaat bij toepassing van dit model eveneens over sociaal-economische sturing van product- en materiaalstromen.

Het AFG-model kent drie delen: allocatie van besparingsdoelstellingen aan sectoren, domein-onderzoeken, en implementatie van maatregelpakketten (plus monitoring van hoofd- en neven-effecten). Een domein-onderzoek kent drie stadia: diagnose, interventie-ontwerp en predictie van effecten. In het diagnose-stadium wordt vastgesteld welke actoren in welke fase van de levensloop van een product/materiaalstroom significante invloed op besparingsactiviteiten kunnen uitoefenen (zie figuur 1). Het resultaat is een zgn. actor-fase matrix. Vervolgens dient van een beleidsmaatregel te worden nagegaan welke inspanning nodig is om een bepaald doel te bereiken.

Figuur 1. Representatie van de levenslooppketen gericht op functievervulling door een apparaat, en de aangrijpingspunten voor beleid gericht of substituties.

Figuur 2 geeft aan dat die inspanning in tenminste drie dimensies kan worden bepaald: technisch-economisch, gedragsmatig en institutioneel. Het aantal dimensies kan naar believen worden uitgebreid. De zoektocht is uiteraard naar die beleidsmaatregelen die zich kenmerken door een lage inspanning in alle dimensies. Het voordeel van deze werkwijze is de integratie van een diversiteit van benaderingen op het micro-niveau. De zoektocht naar geschikte substitutie-opties leidt in de praktijk al snel tot reflectie over de functieervulling door het product in kwestie (zie figuur 1). Dit brengt een keuze voor alleen registratie van de status quo, voor verbeteringen in huidige producten en/of voor drastisch herontwerp op voor de hand liggende wijze in beeld.

Figuur 2. Multidimensionaal beeld van de inspanning die gepaard gaat met de realisatie van beleidsmaatregelen  $M_i$  en  $M_j$ .

De combinatie van de uitkomsten van de domein-studies tot een generaal besparingsscenario is meer dan een optelling van afzonderlijke maatregelen. Maatregelen beïnvloeden elkaar op directe en indirecte wijze, en een maatschappelijk draagvlak wordt mede bepaald door de relatieve belasting van sectoren met besparingsdoelstellingen, etc. Ook is duidelijk dat innovaties het bouwwerk van besparingsmaatregelen van vorm kunnen doen veranderen. Hier ligt dus een sturingsinstrument in een benadering van (milieu)beleid als leerproces.

De charme van de AFG-aanpak ligt in de integratie van niet-technische benaderingen op het micro-niveau. Netwerk-beheer doet reeds op dat niveau z'n intrede.

### 3. HOMES

HOMES is een multidisciplinair onderzoeksprogramma dat wordt uitgevoerd (in de periode 1994-1999) in het kader van het NWO-Prioriteitenprogramma Duurzaamheid en Milieukwaliteit. Vijf instituten zijn hierbij betrokken: de Vakgroep Psychologie, de Vakgroep Algemene Economie, de Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen en de IVEM (project-coördinatie en -leiding) van de RUG tesamen met het CSTM van de UT. Centraal staan de belangrijkste "metabole stromen" door

de huishoudens: energiedragers voor verwarming en electriciteit, wit/bruingoed apparatuur, water, en mobiliteit. Het project kent drie fasen: diagnose van de ontwikkeling van het huishoud-metabolisme in de periode 1950-1995, evaluatie van de status quo en de trends anno 1995, en verandering(smogelijkheden) - gericht op zowel de middellange termijn (2015-2020) als de lange termijn (2050 en verder).

De selectie van te onderzoeken metabole stromen en functies geschiedt 'bottom up', en bouwt voort op onderzoek waarin op micro-niveau producten, hulpbronnen, penetratiegraden, etc. worden geanalyseerd. Er wordt geaggregeerd op het niveau van huishoudens (zie figuur 3). Hierbij zij aangetekend dat bijvoorbeeld de energiestromen niet alleen in directe zin worden getraceerd (kWh electriciteit, m<sup>3</sup> aardagas of liters motorbrandstof), maar ook in indirecte betekenis (energie vastgelegd in materialen en producten). Dit houdt in dat het HOMES-programma betrekking heeft op zo'n 70% van het Nederlandse energiegebruik (vd Wal & Noorman, 1995).

Figuur 3. Samenhang van functievervulling in een huishouden met de inzet van hulpbronnen in relatie tot een sociale norm, en aangrijpingspunten voor beleid.

De diagnostische fase is recent afgesloten. Deze toont de bekende trends: sterke toename van het energiegebruik (verwarming en elektrische apparaten), van de productie van afval en van de mobiliteit. De oorzaken liggen op verschillende niveaus: (1) economisch: groei van welvaart en in beschikbaarheid van energie, en (2) ruimtelijk & demografisch: gezinsverdunding en toename van woonruimte. Voor een overzicht van de resultaten van de diagnostische fase, en voor meer details omtrent opzet en achtergronden van het HOMES-programma zij verwezen naar (Noorman & Schoot Uiterkamp, 1995).

Het project bevindt zich nu in de overgang van de evaluatie- naar de verander-fase. Daarbij dient een koppeling te worden gelegd tussen gedragingen van huishoudens (in de onderscheiden fasen van hun "levensloop") en de milieudruk die resulteert van het corresponderende gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Hieraan kunnen vervolgens de effecten van besparingsopties worden gekoppeld.

Gedurende de veranderfase zullen enkele scenario's worden uitgewerkt, waarvan de grote lijnen worden getoond in figuur 4. Een business-as-usual (BAU) voortzetting van de huidige trends in milieudruk kan worden ontleend aan de CPB-scenarios van enkele jaren geleden (European Renaissance, en de uitwerkingen in Nederland in Drievoud). Beleid gericht op ombuiging van de trend in milieudruk op middellange termijn krijgt hier vorm in het Paars Beleid scenario: het is vooralsnog niet te onderscheiden van een BAU variant, maar doet zulks pas ver na de eeuwwisseling. Rigoreuzer beleidsverandering wordt gemodelleerd in enkele scenario's die zwaarder gewicht toekennen aan het bereiken van equity op mondiale schaal in de volgende eeuw, en aan het realiseren van een ombouw naar hernieuwbare hulpbronnen in diezelfde periode (corresponderend met een algemeen gangbare invulling van de begrippen duurzaamheid en milieukwaliteit). Met behulp van theorieën uit het veld van Resource Economics wordt getracht om de maatschappelijke betekenis van deze scenario's te schetsen en onderling te vergelijken.

Figuur 4. Ontwikkeling van de milieudruk in Nederland sinds 1950; drie toekomstbeelden zijn als karakteristieke richtingen geschetst.

Een belangrijke bevinding in het bestuurskundig deelproject betreft het verschil tussen algemeen economisch beleid en specifiek milieubeleid. Het naoorlogse sociaal-economische beleid heeft in algemene zin het gebruik van natuurlijke hulpbronnen sterk gestimuleerd (eerst in de reconstructiefase, en vervolgens tijdens de sterke groei van welvaart en consumptie). Milieubeleid heeft zich in die periode beperkt tot een selectieve afzwakking van deze trends op die punten waar een draagvlak voor ingrijpen bestond: het Nationaal Isolatie-programma na de beide olie-crisis, etc. De trend van toename in milieudruk is daarmee niet wezenlijk gekeerd. Beleid dat zich richt op sturing van product- en materiaalstromen, dient dus niet alleen betrekking te hebben op het rationaliseren van productie- en consumptiestructuren, maar ook op het onderliggende groei-mechanisme. Zo niet, dan blijven we gevangen in de al decennia durende patstelling: efficiëntie-winst gaat verloren in consumptie-groei, zonder een reductie van milieudruk - ook al was dat doel van het beleid.



De keuze voor concrete beleidsinstrumenten blijkt sterk samen te hangen met het beleidsnetwerk waarin de besluitvorming plaatsvindt. Ook hier bestaat dus een koppeling tussen instituties en vormgeving van opties (voor beleid), en is netwerk-beheer en dito sturing aan de orde. Dit geldt zowel voor de vorming van een op reductie van milieudruk gerichte incentive-structuur als voor de afbraak van de heersende disincentive-structuur.

#### 4. Greenhouse

Een andere uitwerking van AFG-achtige analyses is de aggregatie van producten op het niveau van huishoudelijke activiteiten. Dat type onderzoek wordt ook wel losjes betiteld als lifestyle onderzoek (Bruggink, 1995; Biesiot & Moll, 1995). Hierin wordt getracht om het totale beslag op natuurlijke hulpbronnen vanwege finale consumptie (dus inclusief het gebruik in industrie, dienstverlening en transport) af te beelden op categorieën van huishoudelijke activiteiten, zoals voeden, kleden, wonen, vervoeren, recreëren, e.d. en hun onderverdelingen. Voor fossiele energie is dit reeds gelukt (Biesiot & Moll, 1995); uitbreiding naar alle broeikasgassen is onderwerp van een vervolgp-project, GreenHouse genaamd. Langs dezelfde lijnen is het mogelijk om de gevolgen van veranderingen in gezinssamenstelling, consumptie en productie te evalueren op de gevolgen voor de milieudruk ervan.

De benadering steunt op inzichten uit het veld van de huishoudwetenschappen, en richt zich niet alleen op producten en materiaalstromen door huishoudens, maar ook op de verzameling van hulpbronnen van enig soort (kennis, tijd, geld, natuurlijke hulpbronnen, etc.) die nodig zijn voor de realisatie van een bepaald "performance" niveau in het huishouden<sup>1</sup> (zie figuur 5). Substitutie van producten brengt in deze benadering met zich dat ook de bijbehorende set van andere hulpbronnen voor realisatie van een activiteit in beeld komt. Deze bottom-up benadering leidt tot bestudering van de gevolgen van substituties binnen activiteitenpatronen voor het totale patroon van inzet van hulpbronnen voor een gegeven "performance" niveau - en dus ook tot inzichten in wenselijke en onwenselijke interferenties tussen onderdelen. Ook wordt het mogelijk om langs deze lijnen na te gaan wat de gevolgen zijn van veranderingen in huishoudelijke consumptiepatronen en in efficiëntieverbeteringen in de productie-sfeer. Met behulp van wiskundige technieken uit de onzekerheids-/gevoeligheids-analyse is het ook mogelijk om actoren en/of sectoren te identificeren die een cruciale rol spelen in strategieën gericht op integrale reductie van milieudruk.

---

<sup>1</sup> Een vergelijkbare benadering kan uiteraard ook worden gemaakt voor doelstellingen in industrie en dienstverlening.

Figuur 5. Samenhang van functievervulling in een huishouden met inzet van hulpbronnen in relatie tot een sociale 'performance' norm, en aangrijpingspunten voor beleid.

Institutionele aspecten komen in dit type onderzoek naar voren als onderdeel van de set van hulpbronnen (faciliteiten-leverend) en als manier om de sociale norm omtrent het "performance" niveau van huishouden te beïnvloeden.

Dergelijk onderzoek bouwt voort op eerdere lifestyle onderzoeken (Blok, 1994; Biesiot & Moll, 1995), en vindt plaats in universitaire sfeer (het GreenHouse project van NW&S-UU, Huishoudwetenschappen-WAU en IVEM-RUG dat wordt gefinancierd door het NOP-MLK) en bij ECN (Perrels, 1995).

## 5. SCAN

Studie van product- en materiaalstromen op het niveau van afzonderlijke producten en/of productieprocessen is onvoldoende om te komen tot effectieve strategieën gericht op reductie van milieudruk. De voorgaande paragrafen hebben reeds aanvullingen op dat type onderzoek beschreven. In deze paragraaf staat een top-down benadering centraal, welke is uitgevoerd in het zgn. Scenario Analyse (SCAN) project. Het SCAN-project heeft plaatsgevonden in de jaren 1993-1995 in de vorm van een samenwerkingsverband van de Vakgroep Psychologie, de Vakgroep Sociologie en de IVEM van de RUG, en is gefinancierd vanuit het NOP-MLK. Centraal staan de maatschappelijke gevolgen van een laag-energie/laag-CO<sub>2</sub> scenario voor Nederland (40% reductie in 2015-2020). Dergelijke scenario's worden veelal ontwikkeld in een beperkt technisch-economisch kader, en de maatschappelijke betekenis wordt vrijwel nooit empirisch onderzocht. Het SCAN-onderzoek heeft getracht om deze lacune op te vullen. Het uitgangspunt wordt gevormd door betrekkelijk generieke maatregelpakketten die betrekking hebben op de belangrijkste maatschappelijke sectoren (industrie, (goederen)transport, glastuinbouw en huishoudens). Figuur 6

toont de omvang van het beschouwde systeem - in vergelijking met eerdere figuren valt op dat nu ook de energie- en materialenproductiesystemen (EPS en MPS) in beeld worden gebracht.

Figuur 6. Representatie van de product- en materiaalstromen door de economie ter vervulling van de vereiste eindfuncties in relatie tot de gangbare standaard.

De maatschappelijke betekenis van reductie-scenario's is onderzocht op het micro-niveau (met behulp van sociaal-psychologisch onderzoek onder consumenten) en op het meso-niveau (representanten van belangrijke actor-groepen met behulp van kwantitatieve sociologische technieken - het TSM-model). Het project resulteert onder meer in de formulering van een iteratieve benadering van scenario-constructie die wordt geïllustreerd in figuur 7. Onderzoek naar de maatschappelijke betekenis van een reductie-scenario start met selectie van maatregelen uit een grote verzameling van in omloop zijnde opties: het prototype scenario. De looptijd en uitwerking hiervan is beperkt tot de korte termijn. De maatschappelijke betekenis, aanvaardbaarheid en haalbaarheid van het prototype scenario kunnen empirisch worden onderzocht, en dat resulteert in de behoefte aan bijstelling van de gemaakte keuzes. Dat wordt gesymboliseerd door de teruglopende curve in de figuur. Bovendien kan nu een combinatie worden gemaakt met maatregelen die in de tijd verderreikende gevolgen hebben. Zo kan in een cyclische werkwijze een lange-termijn scenario worden ontwikkeld waarin zowel technisch-economische als gedragsmatige en institutionele aspecten zijn geïntegreerd, en een ex-ante beoordeling van de maatschappelijke betekenis en de haalbaarheid van beleidsmaatregelen wordt mogelijk langs deze lijnen.

Figuur 7. Iteratieve procedure van scenario-constructie waarbij op cyclische wijze de reikwijdte van een scenario wordt vergroot.

Het SCAN-project was bedoeld als pilot-study teneinde de haalbaarheid van de werkwijze te onderzoeken, en de multidisciplinaire werkwijze te ontwikkelen. De resultaten tonen de haalbaarheid van de aanpak, alhoewel de opzet van het project (beperkte looptijd, etc.) niet toestond dat alle niveaus en sectoren op eenzelfde wijze zijn onderzocht (Moll & Biesiot, 1995).

Het begrip economische betekenis is in het SCAN-project uitgewerkt in een omvattende betekenis (Kamminga, 1995). Hierdoor komen niet alleen de gebruikelijke macro-economische aspecten als werkgelegenheid, betalingsbalans en inkomensontwikkeling aan de orde, maar ook de kosten en baten van andere grootheden zoals aanpassingen in de fysieke structuur van de economie en in de institutionele structuur van de samenleving (zie figuur 8). Op deze wijze kan in een top-down benadering het probleem van netwerkbeheer/sturing van milieudruk-bepalende product- en materiaalstromen worden benaderd.

Figuur 8. Beeld van mogelijke invullingen van het begrip “economische betekenis”. De gangbare “verdelings”-betekenis wordt omvat door de bredere invullingen “structurele” en “institutionele betekenis”.

Institutionele aspecten komen expliciet aan de orde in het sociologische deelproject van SCAN. Hierin is getracht om met behulp van het kwantitatieve TSM-model de haalbaarheid van beleidsmaatregelen te voorspellen uit kennis omtrent de relevante netwerken en de sterkte van relaties tussen actoren. Dit is op succesvolle wijze uitgewerkt in enkele case-studies (waaronder de Betuwe-lijn en de energie-heffing) (Veen & Peschar, 1995).

## 6. Conclusies

De verschillende onderzoeken die hierboven zijn beschreven, kunnen in onderling verband worden geplaatst op een wijze die wordt getoond in figuur 9, gerangschikt naar positie op de schaal bottom-up *versus* top-down. De diverse schakels zijn ieder op zich uitvoerbaar in hun afgrenzing en aggregatieniveau, en leiden ook in de praktijk tot zinvolle resultaten door de koppeling van diverse (technisch-economische, gedragsmatige, institutionele) benaderingswijzen. De meerwaarde van de combinatie bestaat uit de mogelijkheid van integratie van bottom-up met top-down benaderingen op een zodanige wijze dat de interacties tussen de diverse benaderingswijzen tot hun recht kunnen komen. Daarmee wordt het mogelijk om de vaak gesuggereerde tegenstelling tussen top-down en bottom-up te overwinnen. Een dergelijke aanpak maakt het tevens mogelijk om zowel de status quo in beeld te brengen, als het verkennen van reductie-opties op zowel korte termijn als lange termijn (drastisch herontwerp van functies op eindgebruiksniveau).

Figuur 9. Samenhang tussen de vier besproken onderzoeksprojecten, geordend naar hun plaats op de schaal top-down *versus* bottom-up.

Tot de resultaten van dergelijke analyses behoren ook inzichten in de wijze waarop bestaande institutionele netwerken interacteren met (dis)incentive-structuren, en op welke punten netwerksturing zinvol en nuttig is - niet in de zin van recht-toe-recht-aan optimalisatie, maar veeleer in de context van beleid als leerproces. De hier beschreven onderzoeken maken duidelijk dat het mogelijk is om een brug te slaan tussen de natuurwetenschappelijk gedomineerde invulling van integraal ketenbeheer en de sociaal-economische sturingsprocessen van product- en

materiaalstromen - mits op alle niveaus een integratie van diverse benaderingswijzen wordt nagestreefd.

### Literatuur

- Biesiot, W. & H.C. Moll (eds.) (1995). Reduction of CO<sub>2</sub> emissions by lifestyle changes (final report to the NRP Global Air Pollution and Climate Change), OR-80, IVEM, mei/september 1995; het rapport bevat tevens een overzicht van lifestyle publicaties.
- Bruggink, J.J.C. (ed.) (1995). Energy demand, lifestyle changes and technology development, ECN-RX-95-042, presented at the World Energy Council 16th Congress (Energy for our common world), Tokyo, Japan, October 1995.
- Jager W., W. Biesiot, L. Hendrickx, R. Kok, F.W. Siero, C.A.J. Vlek & H.C. Wilting (1992). Energiebesparing door gedragsverandering, ontwikkeling van een actor-fasemodel voor gedragsverandering in verband met energiebesparing, IVEM & Soc.Psychologie RUG, OR-55, augustus.
- Jager, W., W. Biesiot, L.C.W.P. Hendrickx, R. Kok, F.W. Siero, C.A.J. Vlek & H.C. Wilting (1993). hoofdstuk in Biesiot & Schoot Uiterkamp (red.), Transitie naar duurzaamheid en kwaliteit, OR-63, IVEM oktober 1993, p.271-282.
- Jager, W., W. Biesiot, L. Hendrickx, R. Kok, F.W. Siero en C.A.J. Vlek (1994). Diagnostische toepassing van het AFG-model in de sector zakelijke dienstverlening, OR-68, IVEM maart 1994.
- Kamminga, K.J., H.C. Moll, W. Biesiot & A.J.M. Schoot Uiterkamp (1995). Economic significance examined (a semi-quantitative and qualitative cost-benefit analysis of a long term low energy/low CO<sub>2</sub> scenarion, OR-82, IVEM, november 1995.
- Moll, H.C. & W. Biesiot (eds.) (1995). Analysis of the social significance, acceptability and feasibility of long-term low-energy and low-CO<sub>2</sub> scenarios for the Netherlands (final report to the NRP Global Air Pollution and Climate Change), OR-84, IVEM, oktober 1995.
- Noorman, K.J. & A.J.M. Schoot Uiterkamp (eds.) (1996). Diagnosing household metabolism in the Netherlands, IVEM-IIASA report, forthcoming.
- Perrels, A.H., W.G. van Arkel, K.F.B. de Paauw & W.O. Pellekaan (1996). Household Energy Demand Modelling in a Lifestyle Context (The ELSA model), ECN-C-95-099, Petten, The Netherlands.
- Veen, H.C.J. van der & J.L. Peschar (1995). Aanvaardbaarheid en politieke haalbaarheid van energiebesparende maatregelen. Een studie naar weerstanden en belangen van organisaties en de politieke besluitvorming rond het realiseren van energiebesparende maatregelen, Academisch Boekencentrum ABC, De Lier.
- Wal, J. van der & K.J. Noorman (1995). Analysis of household metabolic flows in The Netherlands, chapter 4 in: Noorman, K.J. & A.J.M. Schoot Uiterkamp (eds.), Diagnosing household metabolism in the Netherlands, IVEM-IIASA report, forthcoming.
- Wiersema, B., W. Biesiot, F. Faber, F.W. Siero, D. Stoppelenburg & C.A.J. Vlek (1990). Uitvoerbaarheid en maatschappelijke gevolgen van een versnelde energiebesparing, rapport in opdracht van de NOVEM, IVEM & SocPsych RUG, OR-39, april 1990.

**BIJLAGE 1 - Programma**

PROGRAMMA voor de workshop 'Sociaal-Economische Sturing van Product- en Materiaalstromen', 24 oktober 1996, in de Agora-zalen van het Hoofdgebouw van de Vrije Universiteit Amsterdam

8.45 - 9.15 Ontvangst met koffie

9.15 - 10.00 Algemene inleidingen:

Prof. Dr. W. Hafkamp (EUR): "De relevantie van sociaal-economische analyses voor het beheren van produkt- en materiaalstromen"

Dr. P. Groenewegen (VU-CAV): "Overzicht van onderzoeksbenaderingen in de sociaal-economische analyse van produkt- en materiaalstromen"

10.00 - 10.15 Koffie

10.15 - 12.30 Parallele sessies

A. Modellen en instrumenten ten behoeve van maatschappelijke besluitvorming omtrent produkt- en materiaalstromen.

Voorzitter Dr. G. Huppés (RUL-CML)

Dr. Ir. J.B. Guinée (RUL-CML): "Ervaringen met het NWO metalen programma"

Dr. K. Blok (RUU-NW&S): "Analyse van energiestromen en mogelijkheden tot sturing van de keten"

Prof. Dr. E.C. van Ierland (LUW-Economie): "Analyse van energie- en materiaalstromen met dynamische, niet-lineaire optimaliseringsmodellen"

B. Organisatie van aan IKB gerelateerde ondernemingsactiviteiten

Voorzitter Prof. Ir. E.J. Tuininga (VU-CAV)

Drs. M.H. Jansen: "Milieu-informatiesystemen in bedrijven en produktketens"

Dr. J.J. Bouwma: "Environmental management accounting: Een bruikbaar instrument voor ketenbeheer?"

Dr. F. den Hond: "Vaardigheden en samenwerking voor het oplossen van ketenproblemen"

C. Analyse van institutionele belangen in produkt- en materiaalstromen

Voorzitter Prof.Dr. E. Tellegen (UvA-IVAM)

Drs. E. Reijnen (VU-CAV): “Rol van sociale actoren in gewasbescherming”

Dr. M. Wolsink (UvA-IVAM): “Instituties en structuur in relatie tot het eindverbruik”

Dr. W. Biesiot (RUG-IVEM): “Veranderende instituties op weg naar duurzame productie en consumptie”

12.30 - 13.30 Lunch

13.30 - 14.30 Plenaire rapportage uit de parallelle sessies.

14.30 - 15.00 Thee

15.00 - 17.00 Plenaire discussie onder leiding van Prof.Dr. H. Verbruggen.

17.00 - 17.30 Afsluiting en gelegenheid tot napraten



**BIJLAGE 2 - Lijst met deelnemers**

Dr. W. Biesiot, Rijksuniversiteit Groningen - IVEM, Groningen  
 Dr. K. Blok, Rijksuniversiteit Utrecht - NW&S, Utrecht  
 Drs. J. Boelens, Vrije Universiteit - IVM, Amsterdam  
 Dr. F. Boons, Katholieke Universiteit Brabant - Sociale Wetenschappen, Tilburg  
 Dr. J.J. Bouma, Erasmus Universiteit Rotterdam - ESM, Rotterdam  
 Dr.Mr. H.J. Bremmers, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Wageningen  
 Drs. R. Dellink, Vrije Universiteit - IVM, Amsterdam  
 Dhr. F. Duijnhouwer, RMNO, Rijswijk  
 Drs.Ir. D.J. Gielen, ECN Beleidsstudies, Petten  
 Dr. P. Groenewegen, Vrije Universiteit - Algemene Vorming, Amsterdam  
 Dr. J. Guinée, Rijksuniversiteit Leiden - CML, Leiden  
 Prof.Dr. W.A. Hafkamp, Erasmus Universiteit Rotterdam - ESM, Rotterdam  
 Drs. M. Hekkert, Rijksuniversiteit Utrecht - NW&S, Utrecht  
 Dr. F. den Hond, Vrije Universiteit Amsterdam - IVM, Amsterdam  
 Dr. G. Huppés, Rijksuniversiteit Leiden - CML, Leiden  
 Prof.Dr. E.C. van Ierland, Landbouwwuniversiteit Wageningen - Staathuishoudkunde, Wageningen  
 Drs. M.H. Jansen, Technische Universiteit Eindhoven - Technische Bedrijfskunde, Eindhoven  
 Dr. J. Jelsma, Technische Universiteit Twente - WMW, Enschede  
 Drs. Jeltés, Ministerie VROM - DGM, Den Haag  
 Drs. P. de Jong, Universiteit van Amsterdam - IVAM, Amsterdam  
 Drs. L. Joosten, Rijksuniversiteit Utrecht - NW&S, Utrecht  
 Drs. P.P.A.A.H Kandelaars, Vrije Universiteit - Ruimtelijke Economie, Amsterdam  
 Dr. N.E. Marquart, Technische Universiteit Twente - CSTM, Enschede  
 Dr. H.C. Moll, Rijksuniversiteit Groningen - IVEM, Groningen  
 Drs. E. Moors, Technische Universiteit Delft - WTM, Delft  
 Drs. M. Knot, Technische Universiteit Delft - WTM, Delft  
 Drs. M. Mettes, Amsterdam  
 Dr. F. Neumann, Erasmus Universiteit Rotterdam - ESM, Rotterdam  
 Ir. J.A. Over, Samenwerkingsverband voor Duurzame Innovatie, Heiloo  
 Drs. D.A.S. Pauly, Technische Universiteit Delft - Technische Bestuurskunde, Delft  
 Drs. A. Perrels, ECN Beleidsstudies, Petten  
 Drs. E.M. Reijnen, Vrije Universiteit - Algemene Vorming, Amsterdam  
 Drs. F.C. Stam, Ministerie VROM - DGM, Den Haag  
 Prof.Dr. E. Tellegen, Universiteit van Amsterdam - IVAM, Amsterdam

Prof.Ir. E.J. Tuininga, Vrije Universiteit - Algemene Vorming, Amsterdam

Drs. D. van Veen, Vrije Universiteit - Ruimtelijke Economie, Amsterdam

Prof.Dr. H. Verbruggen, Vrije Ununiversiteit - IVM, Amsterdam

Dr.Ir. J.G. de Wilt, Bureau NRLO, Den Haag

Drs. F. van der Woerd, Vrije Universiteit - IVM, Amsterdam

Dr. M. Wolsink, Universiteit van Amsterdam - IVAM, Amsterdam

Dhr. Ir. J.H. de Zeeuw, TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Apeldoorn